

Machining center consisting of assembled modules.

Patent Number: ☐ [EP0568798](#), [B1](#), [B2](#)

Publication date: 1993-11-10

Inventor(s): HESBRUEGGEN NORBERT (DE); STEINBACH HEINZ (DE)

Applicant(s): EMAG MASCH VERTRIEBS SERV GMBH (DE)

Requested Patent: ☐ [DE4212175](#)

Application Number: EP19930104144 19930314

Priority Number(s): DE19924212175 19920410

IPC Classification: B23Q1/00; B23Q37/00

EC Classification: [B23Q7/03](#), [B23Q11/08](#), [B23Q1/00](#), [B23Q37/00](#)

Equivalents: DK568798T, ES2118153T, ☐ [PL171162B](#), PL298447, ☐ [RU2129064](#), ZA9302520

Cited Documents: [DE3416660](#)

Abstract

The invention shows how individual machine tools or even complete transfer lines or flexible manufacturing systems can be constructed from few components for the most varied fields of application, and in fact at a cost which ought to be significantly less than the conventional manufacturing costs, for example 50 per cent less than the previous manufacturing costs, depending on the application. The individual components can be prepared separately and then assembled to form the machine tool desired in each case.

Data supplied from the esp@cenet database - I2



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Pat entschrift
⑩ DE 42 12 175 C 2

⑤① Int. Cl.⁵:
B 23 Q 39/02
B 23 Q 11/12
B 23 Q 1/02

②① Aktenzeichen: P 42 12 175.2-14
②② Anmeldetag: 10. 4. 92
④③ Offenlegungstag: 14. 10. 93
④⑤ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 10. 2. 94

DE 42 12 175 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:

Emag-Maschinen Vertriebs- und Service GmbH,
73084 Salach, DE

⑦④ Vertreter:

Beyer, R., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 40883 Ratingen

⑦② Erfinder:

Heßbrüggen, Norbert, 7321 Eschenbach, DE;
Steinbach, Heinz, 7900 Ulm, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 34 16 660 C2
DE 27 39 087 C2
DE 38 24 602 A1

⑤④ Aus Baugruppen zusammengesetztes Bearbeitungszentrum

DE 42 12 175 C 2

Beschreibung

Gattung

Die Erfindung betrifft ein aus Baugruppen zusammengesetztes Bearbeitungszentrum, mit einem Maschinengrundkörper, auf dem mittels Führungen über einen Kreuzschlitten eine in mehrere Achsen verstellbare motorgetriebene Hauptspindel angeordnet ist, wobei am Maschinengrundkörper Einrichtungen zum Sammeln von Spänen und Kühlmittel vorgesehen sind, und dem Maschinengrundkörper eine Arbeitsraum-Verkleidung zugeordnet ist.

Stand der Technik

Bearbeitungszentrum der im Oberbegriff vorausgesetzten Gattung ist aus der DE-OS 40 12 690 vorbekannt. Dieses Bearbeitungszentrum besteht aus einem Werkstücktisch tragendem Bett, einem auf dem Bett längs verfahrbaren Schlitten, einem auf dem Schlitten quer verfahrbaren Ständer, einem am Ständer vertikal verfahrbaren Bearbeitungskopf und einem Werkzeugmagazin mit Wechsler, wobei das Bett ein nach rückwärts abfallendes Schrägbett ist, wobei der Werkstücktisch an der Vorderseite des Bettes angeordnet ist. An der vertikalen Vorderseite des Schrägbettes sind Halterungen zur Befestigung einer Tischkonsole sowie mindestens ein Späneschacht vorgesehen. Der Ständer weist zwei durch mindestens ein Querhaupt starr miteinander verbundene formsteife Säulen mit innenseitigen Vertikalführungen auf, an denen der Bearbeitungskopf beidseitig geführt ist. Am Ständer sind verschiedenartige Bearbeitungsköpfe wahlweise montierbar. An der Vorderseite des Ständers ist eine mitfahrende Späneschürze angeordnet, auf der die Späne in diesen Späneschacht rutschen. Die Späneschürze ist jalousieartig ausgebildet und mit ihrem unteren Ende am Bett befestigt, wobei der Bearbeitungskopf an deren oberem Ende seitlich verschiebbar ist. Am Bett sind verschiedenartige Werkzeuggeste mit ihren Konsolen montierbar. Neben dem Ständer sind das Werkzeugmagazin mit seinem Werkzeugwechsler ortsfest angeordnet, wobei der Werkzeugwechsler durch eine Bewegung des Schrägschlittens angefahren wird.

Die DE-OS 38 24 602 betrifft eine Maschine zur spanabhebenden Bearbeitung von kubischen und rotations-symmetrischen Werkstücken (Teilen), wobei Bearbeitungsgruppen für die verschiedenen Operationen wie Bohr-, Fräs- und Drehoperationen, einem Maschinengrundgestell modular zugeordnet sind, das heißt die einzelnen Bearbeitungs- bzw. Baugruppen entfallen bzw. nachgerüstet werden können.

Eine Dreheinheit ist als Werkzeugspanneinheit mit positionierfähiger Achse ausgebildet, die das Werkstück in jede geforderte Position zur jeweiligen der Bearbeitungseinheiten bringt.

Werkstückeinspanneinheit und Bearbeitungseinheiten sind für eine Fünf-Seiten-Bearbeitung eines Werkstückes ausgebildet und einander zugeordnet.

Die Dreheinheit ist mit einer automatischen oder einer handbetätigten Werkzeugspanneinrichtung ausgestattet, wobei eine Hauptspindel der Dreheinheit, deren Ausbildung sowohl Vorschübe für Operationen wie Fräs- und Bohroperationen, als auch höhere Drehzahlen für Operationen möglich macht. Es kann ebenfalls eine Bearbeitungseinheit mit zwei Werkstückssystemen vor-

handen sein. Die Bearbeitungseinheit weist Verstellmöglichkeiten in X-, Y- und Z-Richtung als erstes Werkzeugsystem eine rotierende Arbeitsspindel zur Aufnahme von Bohr- und Fräswerkzeugen und als zweites

Werkzeugsystem einen Mehrfachrevolver, vorzugsweise einen an sich bekannten Zwölf- oder Sechzehnrevolver, zur Aufnahme von stationären bzw. verstellbar angeordneten Werkzeugen, auf. Es kann außerdem eine zweite Hauptspindel als Gegenspindel einer ersten Hauptspindel vorgesehen sein. Es ist außerdem ein Werkzeugwechsler für die Arbeitsspindel vorhanden. Des weiteren kann das Bearbeitungszentrum mit automatischem bzw. programmierbaren Werkstückwechsleinrichtungen versehen sein. Außerdem kann eine Werkzeugbruchkontrolle vorhanden sein mit einer zentralen Späneentsorgung.

Durch die DE-PS 34 16 660 ist eine Drehmaschine mit vertikal im Spindelstock angeordneter Arbeitsspindel, mit auf dem Spindelstock angebrachtem Antriebsmotor, mit am unteren Ende der Arbeitsspindel angeordnetem Werkstück-Spannfutter und mit unterhalb der Arbeitsspindel angeordnetem Werkzeugträger vorbekannt, wobei der Spindelstock in vertikaler und horizontaler Richtung verfahrbar ist, wobei der vertikale und horizontale Bewegungshub einerseits dem Vorschub für die Dreharbeit entspricht und andererseits zur Bewegung des Spannfutters zur einer seitlich angeordneten horizontalen Werkstückzu- und -abführungsstation dient. Aus dieser Druckschrift ist das Pick-up-Verfahren vorbekannt.

Die DE-PS 27 39 087 beschreibt eine Werkzeugmaschine mit einem auf einem Bett drehbaren, indexierbaren und in Längsrichtung des Bettes verschiebbaren Werkzeuggeste, einem quer über das Bett verlaufenden, an Säulen abgestützten Querbalken, einem an dem Querbalken in waagerechter Richtung verschiebbaren Schlitten, einem an dem Schlitten in senkrechter Richtung verschiebbar angeordneten Werkzeugträger, an dessen unterem Endbereich ein um eine waagerechte Achse schwenkbarer, in verschiedenen Schwenklagen arretierbarer Werkzeughalter mit einer Werkzeugspindel angebracht ist, in die mittels einer Spanneinrichtung ein drehantreibbares Werkzeug einsetzbar ist, mit einem aus einem Motor und Getriebezug bestehenden Drehantrieb für die Werkzeugspindel, mit einer Möglichkeit zum wahlweisen Montieren eines feststehenden Drehwerkzeuges am unteren Endbereich des Werkzeugträgers, und mit einem Werkzeugmagazin und einem automatischen Werkzeugwechsler. Am unteren Ende des Werkzeugträgers kann ein weiterer, fest angeordneter Werkzeughalter mit einer diesem zugeordneten Spanneinrichtung zur Aufnahme des feststehenden Drehwerkzeuges vorgesehen sein, wobei der schwenkbare Werkzeughalter an einer Seitenfläche des Werkzeugträgers unmittelbar neben dem fest angeordneten Werkzeughalter angebracht und in einer zu diesem parallelen Schwenklage automatisch arretierbar ist, in der das drehantreibbare Werkzeug durch den auch zum Auswechseln des feststehenden Drehwerkzeuges vorgesehenen Werkzeugwechsler auswechselbar ist, wobei in der das feststehende Drehwerkzeug gleichzeitig in dem fest angeordneten Werkzeughalter und in dem schwenkbaren Werkzeughalter spannbar ist, und daß die beiden Spanneinrichtungen automatisch synchron betätigt sind.

Aufgabe

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Bearbeitungszentrum gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 so auszugestalten, daß sich einfache, aber auch komplizierte Bearbeitungsmaschinen, auch wenn deren Verkettung zu Transferstraßen oder flexiblen Fertigungssystemen gewünscht wird, baueinfach und relativ preiswert herstellen lassen.

Lösung

Die Aufgabe wird durch die in Patentanspruch 1 wiedergegebenen Merkmale gelöst.

Einige Vorteile

Durch die Erfindung läßt sich ein Bearbeitungszentrum modularartig aufbauen. Die senkrecht angeordnete Spindeleinheit mit einer Achse bis zu fünf Achsen kann sowohl Werkzeugspindelstock, als auch Werkstückspindelstock sein.

Ein erfindungsgemäßes Bearbeitungszentrum eignet sich zum Bohren, Drehen, Fräsen, Messen, Härten, Schweißen für symmetrische oder asymmetrische, zylindrische oder kubische Teile, bevorzugt für sogenannte Futterteile.

Ein besonderer Vorteil des erfindungsgemäß vorgeschlagenen Bearbeitungszentrums ist darin zu sehen, daß dadurch Hauptkomponenten preiswert vorgefertigt und zu den jeweils gewünschten Bearbeitungsmaschinen wirtschaftlich günstig zusammengebaut werden können. Dadurch ist eine Modulbauweise möglich, mit erheblicher Senkung der Herstellkosten. Zum Beispiel lassen sich auf diese Weise NC-gesteuerte Drehmaschinen, Bearbeitungszentren, Bearbeitungszellen oder verkettete Systeme herstellen, deren Herstellkosten um einen ganz erheblichen Betrag unter den Herstellkosten herkömmlicher Systeme, zum Beispiel nur bei der Hälfte der bisherigen Herstellkosten, liegen.

Bei dem erfindungsgemäßen Bearbeitungszentrum bildet der Antrieb mit der Hauptspindel eine Einheit als sogenannte Motorspindel. Hierbei sind Hauptspindel und Antrieb konzentrisch zueinander angeordnet und ermöglichen damit eine kompakte Bauform. Der Antrieb erfolgt z. B. durch einen hochdynamischen frequenzgeregelten wartungsfreien Drehstrommotor. Eine hohe Steifigkeit der Spindel wird durch Präzisionslager erreicht. Zum Beispiel Schrägkugellager vorne und Zylinderrollenlager hinten sind hierbei von besonderem Vorteil. Alle Lager sind mit Lebensdauer-Fettschmierung versehen. Durch thermosymmetrischen Aufbau des Spindelstockes und Kühlsystem ergibt sich eine praktisch konstante Genauigkeit. Eine weitere Ausführungsform kann auch mit hydrostatischer Lagerung ausgerüstet sein.

Die Werkzeugbe- und Entladestation kann an der Frontseite (Bedienerseite) in die Bearbeitungsmaschine integriert werden. Auch dies läßt sich in einfacher Weise in den erfindungsgemäßen Bausatz einbeziehen.

Ein möglicher Werkzeug- und/oder Werkstückwechsel kann vom Pick-up-Schlitten direkt durchgeführt werden, indem der Schlitten in der Be- und Entladeposition befindliches Werkzeug aufnimmt und wieder abgibt. Die Abgabeposition kann unmittelbar im Arbeitsraum oder im Zwischenspeicher — außerhalb dessen — im Bereich der Meßstation sein.

Trennwände bzw. Türen sowohl zwischen Arbeits-

raum, Be- und Entladestation und zwischen Meß- und Werkzeugspeicherstationen ermöglichen eine weitgehende schmutzdichte Abtrennung dieser Räume voneinander. Ein automatischer Werkzeugwechsel kann ohne weiteres in das Bearbeitungszentrum einbezogen werden, der vorzugsweise bei Werkzeugverschleiß oder beim Umrüsten tätig wird, in der Regel jedoch nicht während der Bearbeitung.

Wird nach der Erfindung ein Pick-up-Drehautomat hergestellt, dann lassen sich außer den Drehoperationen auch schnelle Werkstück- oder Werkzeugwechsel ausführen. Dazu wird außer dem Drehautomat nur ein einfaches, preiswertes Werkstückzu- und -abführband benötigt, das in den Bausatz in die Be- und Entladestation einbezogen werden kann. Durch Programmierung des Kreuzschlittens (Pick-up-Spindel) können die Werkzeugparameter zum Be- und Entladen der Werkstücke benutzt werden. Sämtliche Bewegungen zum Be- und Entladen der Spindel, zum Zerspanen sowie zum Messen der Werkstücke werden mit der Pick-up-Spindel ausgeführt.

Das erfindungsgemäße Bearbeitungszentrum ermöglicht auch eine konsequente Trennung der Be- und Entladestation, des Arbeitsraumes und der Meßzone. Diese Trennung der drei Bereiche verhindert Späneprobleme beim Be- und Entladen der Werkstücke oder beim Messen. Die hängend angeordneten Werkstücke tragen zu einem optimalen Späneabfluß bei.

Es ist auch möglich, Meßprogramme für Werkzeuge und Werkstücke in die CNC-Steuerung der Maschine mit einzubeziehen. Dadurch wird es wiederum möglich, unmittelbar nach einem Werkzeugwechsel sowohl das Werkzeug als auch das Werkstück zu messen, oder beispielsweise in der laufenden Produktion nur jedes zehnte oder zwanzigste Werkstück.

Ein einfacher, schneller Werkzeugwechsel wird erreicht durch Freifahren des Arbeitsraumes mit dem Kreuzschlitten. Die Tür zwischen Ladezone und Arbeitsraum wird dazu vollständig abgesenkt.

Der in das Bearbeitungszentrum einbezogene Maschinengrundkörper aus Reaktionsharzbeton garantiert beste thermische Stabilität und hervorragende Dämpfungseigenschaften. Reaktionsharzbeton hat gegenüber Grauguß ein sechs- bis achtfach besseres Dämpfungsverhalten. Die verwindungssteife Konstruktion macht ein üblicherweise erforderliches Maschinenfundament überflüssig. Die Maschine kann somit auf dem normalen Hallenboden aufgestellt werden. Der große Abstand der beiden hochpräzisen Linear-Führungen in der X-Achse gewährleistet hohe Drehpräzision. Die Führungen liegen außerdem außerhalb des Arbeitsraumes und benötigen deshalb keine Abdeckungen gegen Verschmutzungen.

Die Spindelstockeinheit mit Kreuzschlitten ist z. B. zweiachsig (X und Z) ausgeführt. Kurze Nebenzeiten werden beim Werkstück- und Werkzeugwechsel beim Anfahren des Meßtasters gegenüber üblichen Ausbildungen durch kurze Verfahrwege und hohe Eilganggeschwindigkeit erreicht.

Zum Antrieb des Kreuzschlittens sind vorzugsweise reaktionsschnelle, frequenzgeregelte wartungsfreie Drehstrommotore eingesetzt. Sie treiben die Schlitten über hochpräzise Kugelrollspindeln an. In den Linearachsen X, Y und Z sind gekapselte Meßsysteme angeordnet. Die Führungs- und Meßsysteme befinden außerhalb des Arbeitsraumes.

Die Schlittenführungssysteme sind ausgeführt z. B. mit hochpräzisen vorgespannten Linear-Rollenführun-

gen, deren Reibbeiwert wesentlich geringer ist als bei konventionellen Gleitführungen. Dieses System garantiert in dem erfindungsgemäßen Bausatz, zum Beispiel einer CNC-gesteuerten Drehmaschine, eines Bearbeitungszentrums oder einer -zelle höchste Drehpräzision und hohe Dynamik.

Der Kreuzschlitten mit Hauptspindel ist in allen Achsen mit hängend angeordneten Energiezuführungen ausgerüstet. Sie sind einfach aufgebaut, wartungsfrei und außerhalb des Spänebereichs angeordnet, was zu einer weiteren Vereinfachung des Bausatzes beiträgt.

Der Arbeitsraum wird durch die beiden Seitenwangen des Reaktionsharzbeton-Grundkörpers, durch zwei Türen und durch ein mit dem Spindelkasten verfahrbares Abdeckblech vollständig von der Be- und Entladezone sowie von der Meßzone getrennt und ist gegen den Austritt von Kühl-Schmiermittel und Späne abgedichtet.

Zwischen der festen Verkleidung des Steuerungselemente und Energieversorgung aufnehmenden, als Energiecontainer ausgebildeten Containers auf beiden Seiten der Maschine deckt zum Beispiel bei einer CNC-gesteuerten Drehmaschine eine Schutzeinrichtung mit Aluminium-Lamellen die komplette Front ab. Die Lamellen sind mit Fenstern und Schlitten versehen. Die Fenster gewährleisten Einblick in die für die Maschinenbedienung wichtigen Bereiche. Ein leichter, direkter Zugang zu den Achsantrieben ist durch Deckel in den Seitenwänden und an der Oberseite der Drehautomaten gegeben.

Ein Kühlaggregat steuert den Wärmehaushalt der Maschine, zum Beispiel einer CNC-gesteuerten Drehmaschine, die aus einem Bearbeitungszentrum gemäß der Erfindung aufgebaut wird. Die Spindellagerungen und der Spindeltrieb werden auf konstanten Temperaturen gehalten.

Wird modularartig eine als Drehautomat ausgebildete Drehmaschine aufgebaut, so kann zum Messen des Werkstückes die Pick-up-Spindel mit Werkstück aus dem Arbeitsraum hinter den Revolver fahren. Zwischen Meßtaster und Arbeitsraum wird dazu eine Tür geöffnet. Gemessen wird z. B. mit einem fest montierten Meßtaster.

Die Werkzeugvermessung erfolgt z. B. mit einem auf dem Spindelkasten montierten Meßtaster. Nach dem Wechsel einer Werkzeugschneide fährt der Taster zum Messen aus seiner Abdeckung. Nach dem Messen werden die Istwerte direkt in der Steuerung verrechnet. Das nächste Werkstück wird somit innerhalb einer vorbestimmten Toleranz bearbeitet.

Ein Späneförderer kann unterhalb des Grundkörpers vorgesehen sein, um zur Späneentsorgung nach links oder rechts der Maschine oder nach hinten zu dienen.

Anstelle eines Späneförderers kann auch eine Spänewanne bzw. ein flacher Spänewagen zum Einschieben in den Maschinengrundkörper von links, rechts oder von der Maschinenvorderseite eingesetzt werden.

In die Baugruppe kann auch eine Dunstabsaugung zur Kühlmittel-Nebelabsaugung aus dem Arbeitsraum einbezogen werden.

Ein erfindungsgemäßer Bausatz läßt sich mit besonderem Vorteil zur Herstellung von Drehmaschinen für Futterteile verwenden. Unter Futterteilen werden Drehteile verstanden, die ohne zusätzliche Abstützung auf der dem Spannfutter abgewandten Seite spanabhebend bearbeitet werden können.

Das in die Baugruppe einzubeziehende Werkstück-speicher- und Transportband mit einer Be- und Entlade-

station kann umrüstfrei ausgeführt werden. Die Pick-up-Spindel kann die Fertigteile hier ablegen, wonach das Band weitertaktet und die Spindel das nächste Roh-teil ergreift. Das Band kann als Kettentaktband mit Transportprismen ausgeführt werden. Der Abstand der Transportprismen und somit die Speicherkapazität richten sich nach den zum Einsatz kommenden Spannfutterdurchmesser (großer Spannfutterdurchmesser = großer Abstand der Transportprismen). Die Speicherkapazität kann zum Beispiel bei 25 Werkstücken liegen. Die Werkstücke werden zur Übernahme für die Pick-up-Spindel entsprechend positioniert. Unterschiedliche Werkstückhöhen werden im NC-Teilprogramm definiert. Eine gute Werkstückanlage im Spannmittel wird durch eine Andrückeinheit im Transportband gewährleistet. Dazu wird mit der Pick-up-Spindel gegen die gefederte Andrückeinheit gefahren.

Ebenfalls in die Baugruppe bzw. in das Bearbeitungszentrum kann ein Umsetzer zum Umsetzen der Werkstücke von einem Transportband auf ein anderes einbezogen sein.

Weiterhin können ein Werkstückumsetzer mit Wendeeinheit in das Bearbeitungszentrum einbezogen werden, und zwar zum gleichzeitigen Wenden und Umsetzen der halbseitig bearbeiteten Werkstücke.

Da der Maschinengrundkörper den Arbeitsraum umschließt, ergibt sich eine kompakte Bauweise. Außerdem kann dadurch der Maschinengrundkörper mehrere Funktionen übernehmen, nämlich die Abstützung der zu bildenden Bearbeitungsmaschine, zum Beispiel einer Drehmaschine, auf dem Hallenboden ohne ein zusätzliches Fundament, dem Tragen der Spindelstockeinheit mit Kreuzschlitten und Motorspindel und zum Tragen der Speicher- und Transporteinheit sowie zum Absichern und Umschließen des Arbeitsraumes mit den dafür benötigten Teilen.

Weitere erfinderische Ausführungsformen

In Patentanspruch 2 ist eine bevorzugte Ausführungsform beschrieben.

Bei der Ausführungsform nach Patentanspruch 3 umschließt der Maschinengrundkörper den Arbeitsraum von mindestens drei Seiten, nämlich an den gegenüberliegenden vertikalen Seitenwänden und der vertikalen Rückwand sowie von unten her, also vom Boden. Dadurch ergibt sich eine geschlossene, gekapselte Bauweise, wodurch auch etwaige Schall- und Geruchsemissionen weitgehend unterbunden werden.

Nach Patentanspruch 4 ist der Maschinengrundkörper aus einem geeigneten Reaktionsharzbeton aufgebaut. Dadurch ergibt sich eine hervorragende thermische Stabilität mit ausgezeichneten Dämpfungseigenschaften.

Bei einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung nach den Patentansprüchen 5, 6 und 7 ist der Grundkörper in einem orthogonal zu seiner Längsachse geführten Querschnitt etwa L-, H- oder U-förmig gestaltet, derart, daß die vertikal angeordneten Stege oder Balken des H-förmigen Querschnittes vertikal und parallel zueinander verlaufen, während der Steg horizontal angeordnet ist.

Diese Form kann zum Beispiel nach Patentanspruch 9 dadurch zustandekommen, daß unter einem Maschinengrundkörper Füße angeordnet werden, um den Maschinengrundkörper zum Zweck des Transports und zum Aufstellen an einen geeigneten Ort mittels eines Gabelstaplers oder dergleichen leichter zu transportieren.

Diese Füße können abnehmbar ausgebildet sein für den Transport in niedrigen Werkshallen. Die Füße gestatten auch den Einschub eines Späneförderers oder Spänewagens in die Maschine von allen vier Seiten.

Der Grundkörper bildet durch seine H- oder U-Form eine stabile Basis für die aufgesetzten Baugruppen. Die Führungen des Kreuzschlittens sind oben auf den Seitenwänden aufgesetzt. Zwischen den Führungswänden im oberen Teil des "H" oder des "U" sitzen die Befestigungsbasen für das Werkzeugsystem und den Meßtaster.

Die Aussparungen, vor allem im Späne- und Kühlmittelbereich sind durch ein Formblech, das als verlorene Form in den Reaktionsharzbetonkörper eingegossen ist, geschützt. Die eingegossene Blechform schützt den Grundkörper im Späne- und Kühlmittelbereich. Weitere Aussparungen sind für die Rückführung des Speicher- und Transportbandes bei einer möglichen Variante vorgesehen.

Die H- oder U-Form erlaubt, die Führungen des Kreuzschlittens weit nach vorne über die Bearbeitungsposition hinauszuziehen. Damit ergibt sich eine stabile Basis für den multifunktionalen Schlitten. Die Maschinenabdeckung ist ein festes Blech, unten am Kreuzschlitten befestigt und dichtet den Arbeitsraum nach oben ab.

Ist der Grundkörper in einem orthogonal zu seiner Längsachse geführten Querschnitt U-förmig gestaltet, dann verlaufen die U-Schenkel in vertikaler Ebene und parallel zueinander, während der diese U-Schenkel verbindende Steg horizontal angeordnet ist und damit parallel zu einem Fundament oder Boden verläuft.

Bisher wurden bei Drehmaschinen geschlossene Grundkörper mit horizontal, schräg oder vertikal angeordneten Führungen angewandt, die durch erfahrungsgemäß störanfällige Teleskopabdeckungen abgedeckt wurden. Die Späne fallen hierbei auf Führungen und Abdeckungen. Dieser Maschinenaufbau führt zu aufwendigen Blechabdeckungen mit Energiezuführungen im Spänebereich und großem Platzbedarf für die gesamte Maschine.

In Patentanspruch 8 ist eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung beschrieben. Bei dieser weisen die Schenkel des im Querschnitt H- oder U-förmigen Maschinengrundkörpers an ihrer oberen Stirnseite je eine Parallelschiene für die Spindelstockeinheit und Kreuzschlitten auf. Auf den Parallelschienen ist der Kreuzschlitten mit geeigneten Führungen, z. B. in horizontaler Ebene (X-Achse) geführt. Dieser Kreuzschlitten trägt an einer Stirnseite mit Abstand zueinander angeordnete vertikale Führungen bzw. Schienen, an denen die Motorspindereinheit in vertikaler Richtung verstellbar zwischen den vertikal verlaufenden Wänden des Maschinengrundkörpers angeordnet ist. Ist der Maschinengrundkörper im Querschnitt H- oder U-förmig, dann verläuft die Längsachse der Motorspindereinheit in einem Bereich zwischen den vertikalen Stegen bzw. Wänden des Maschinengrundkörpers. Auch dies trägt zu einem kompakten Aufbau der Maschine bei.

Der in das erfindungsgemäße Bearbeitungszentrum einbezogene Energiecontainer kann als eine freitragende Blechkonstruktion ausgeführt werden, die komplett vormontiert auf die fertig montierte Grundmaschine, bestehend aus Grundkörper, Motorspindel, Kreuzschlitten und Werkzeugsystem, aufgesetzt wird. Der Energiecontainer wird dabei mit wenigen Schrauben befestigt. Der Energiecontainer enthält den vollständig installierten Schaltschrank mit herausgeführten, vor-

konfektionierten Anschlüssen zu den Verbrauchern. Die einzelnen Kabel werden in Pritschen verlegt und hängen in Schlaufen nach unten durch und führen zu sich bewegenden Verbrauchern, mit denen sie durch Stecker verbunden werden.

Auf dem Schaltschrank ist das Kühlaggregat zur Spindel- und Schaltschrankkühlung und unterhalb die Hydraulik bzw. Luftversorgung angeordnet.

Die Wasser-, Hydraulik- oder Luftschläuche werden wie die Elektrokabel in Schaukeln oder Schlaufen zum Verbraucher geführt. Der Energiecontainer wird am Schluß der Montage der Grundmaschine wie eine Karosserie beim Auto mit der Grundmaschine verbunden. Die Verbraucher werden angeschlossen und die Maschine ist praktisch betriebsbereit.

Hierdurch ergibt sich eine zeitsparende, preiswerte Montage mit minimalem Materialverbrauch.

Bisher war es bei Drehmaschinen üblich, die verschiedenen Energieerzeuger wie Schaltschrank, Hydraulikaggregat, Kühlaggregat und Luftversorgung einzeln an die Trägerrahmen oder Maschinenwände anzuschrauben oder freistehend mit Kabelkanälen zu verbinden. Zum Transport wurden sie häufig demontiert und später wieder montiert, womit hohe Kosten verbunden sind.

In den Patentansprüchen 11 bis 23 sind vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung beschrieben.

Patentanspruch 13 beschreibt eine bevorzugte Ausführungsform eines Bearbeitungszentrums zur Herstellung einer Drehmaschine.

In den Patentansprüchen 28 bis 33 sind vorteilhafte Ausführungsformen beschrieben.

Das Bearbeitungszentrum kann durch eine kombinierte Werkstück- und Werkzeugspannvorrichtung ergänzt sein. Diese dient zum Einsatz innerhalb der multifunktionalen oberen und unteren Arbeitseinheiten, bestehend aus einem zentrisch spannenden Mehrbackenfutter oder einem beliebig gestalteten Sonderspannfutter mit einer mittigen Werkzeugaufnahme. Beide Spanneinrichtungen (Werkzeuge und Spannfutter) werden über eine Zugstange betätigt. Eine Schutzkappe verhindert beim Einsatz als Werkzeugspannvorrichtung die Verschmutzung der Werkstückspannbacken. Hierdurch werden ein Spannfutter und eine Werkzeugaufnahme miteinander kombiniert, wobei eine Zugstange beides betätigt.

Es ist ein wahlweiser Einsatz als Werkstückspannfutter oder Werkzeugaufnahme ohne Umbau möglich, wobei der Futterwechsel oder Einsatz von Sonderwerkzeugaufnahmen in multifunktionaler Arbeitseinheit gegeben ist.

Das Bearbeitungszentrum kann außerdem durch eine untere multifunktionale Arbeitseinheit mit mehreren festen Werkzeugen und einer außermittig gelagerten Arbeitsspindel ergänzt werden. Die gesamte Einheit schwenkt CNC-gesteuert und die Arbeitsspindel kann somit in ihrer Schwenkachse (E-Achse) in jedem beliebigen Winkel arbeiten. Die Arbeitsspindel wird stufenlos von einem eingebauten oder außenliegenden AC-Motor angetrieben. Die Arbeitsspindel kann eine kombinierte Werkstück- und Werkzeug-Spannvorrichtung zur wahlweisen Aufnahme von Werkzeugen und Werkstücken besitzen. Die Arbeitsspindel hat eine CNC-gesteuerte Achse (F-Achse).

Beim Stand der Technik sind getrennte Einheiten auf separaten oder einem gemeinsamen Arbeitsschlitten, oder Revolver mit drehenden Werkzeugen für meist untergeordnete Arbeiten vorgesehen. Die Lebensdauer

dieser Werkzeuge ist häufig gering.

Durch die Erfindung ist die Kombination einer wertigen Arbeitsspindel mit einem Mehrfach-Scheibenrevolver auf einer Achse gegeben. Die außermittig gelagerte Arbeitsspindel ermöglicht den Einsatz einer Vorsatzspindel mit günstigem kurzem Z-Hub. Dabei ist ein kombinierter Einsatz der Arbeitsspindel möglich, und zwar kann diese Spindel einmal als Werkstückträger und einmal als Werkzeugträger vorgesehen sein.

Hierdurch ist es möglich, alle Teile in einem System (Maschine) fertig zu bearbeiten.

Dies ist besonders vorteilhaft beim Bearbeiten aus dem Vollen, z. B. im Prototypenbau, da keine teuren Vorrichtungen benötigt werden.

Weiterhin ist die Verwendung normaler Standard-Werkzeuge und Futter möglich.

Es können rotationssymmetrische wie auch kubische Teile bearbeitet werden.

Der Einsatz von 4-Backen-, 2-Backen-Futtern und Sonderspanneinrichtungen ist möglich.

Bei Verwendung von weichen Backen können diese vom jeweils gegenüberliegenden Futter aus bearbeitet und auf entsprechend hohe Genauigkeit gebracht werden.

In das erfindungsgemäße Bearbeitungszentrum läßt sich ein Speicherband mit Transportband für Werkstücke und Werkzeuge integrieren. Für die Werkstücke können Prismenmitnahmen, Paletten, die der Teileform angepaßt sind oder Spannpaletten oder andere teileformabhängigen Mitnehmer eingesetzt werden.

Für Werkzeuge besteht die Möglichkeit, Werkzeugpaletten mit Werkzeugen zu bestücken, die nach unten und oben stehen können.

Die Bänder können in Einfach- oder Doppelausführung, parallel oder einzeln laufend angeordnet, um die Maschine herum, nach vorn oder durch die Maschine hindurch angeordnet werden.

Durch die Reibung zwischen der festen Auflage und dem Teil oder der Palette hält der Mitnehmer das Teil bzw. die Palette beim Abbremsen und im Stillstand sicher in Position. Das Transportband wird beim Einrichten durch eine einfache Verstellung am Antrieb auf den jeweiligen Teiledurchmesser eingestellt.

Hierdurch ergibt sich der Vorteil eines universellen, weitestgehend umrüstungs freien Transportbandes mit Positionierung der Werkstücke und Werkzeuge, zum Greifen und Spannen im Futter bzw. in der Werkzeugaufnahme, in Verbindung mit einer einfachen Andrückstation aus Blechteilen zum exakten Anlegen der Werkstücke oder Werkzeuge im Futter.

Bisher werden üblicherweise Paletten mit Rollen oder Gleitschuhen, auf denen man ein Teil in deren Mitte legt, zum Beispiel im Oval transportiert. Es gibt eine Vielzahl von Ketten- und Taktbändern, aber kein System, in dem ein Transport-Prisma ein rundes Teil mit seiner Mitte durch einen positionierten Stop auf Mitte der Übergabeposition setzt. In den bekannten Ausführungen mußten Vereinzeler oder geeignete Einrichtungen angeordnet werden, um das Teil mittig zu positionieren.

In das Bearbeitungszentrum gemäß der Erfindung läßt sich auch ein automatischer Austausch von verschlissenen Werkzeugen sowie Wechsel der Werkzeuge und der Spannvorrichtungen beim Umrüsten integrieren.

Die Werkzeuge werden auf dem Speicher- und Transportband in Wechsepaletten bereitgestellt. Die Paletten selbst werden bei Bedarf an Stelle von Werkstücken auf das Band gesetzt, durch die Prismenkette zentriert

und weitergetaktet.

Die Werkzeuggreiferzange am multifunktionalen Kreuzschlitten greift das erste verschlissene Werkzeug aus dem Werkzeugträger und setzt es in die erste leere Werkzeugaufnahmepalette auf dem Speicherband.

Dann wird das erste neue Werkzeug in die gerade freigemachte Position im Werkzeugträger gesetzt. Das zweite verschlissene Werkzeug wird gegriffen und die vorher leer gewordene Palette gesetzt. Der Vorgang wiederholt sich bis alle verschlissenen Werkzeuge ausgewechselt sind. Die ausgewechselten Werkzeuge werden mit den Paletten vom Band genommen, um dieses für Werkstücke freizumachen.

Die nicht voreingestellten Werkzeuge werden durch einen ebenfalls in die obere Arbeitseinheit einwechselbaren oder vorhandenen Meßtaster vermessen. Die Werkzeugmaße werden automatisch in der Maschinensteuerung eingespeichert.

Zur ersten Vermessung der Werkzeugaufnahme positionen und zur Nachprüfung nach Kollisionen kann ein Kalibrierstift an Stelle eines Werkzeuges eingewechselt und mit dem Meßtaster vermessen werden, wobei die neue Grundposition der Werkzeugaufnahme in den Maschinendaten hinterlegt wird.

Hierdurch ergibt sich ein einfaches Werkzeugwechselsystem, wobei nach Kollisionen einfachstes Wiedereinjustieren gegeben ist.

In dieser Ausführung erfolgt ein Werkzeugwechsel auf einfache Weise automatisch ohne teuren Werkzeugspeicher und ohne Werkzeugwechselarm, sondern nur mit einer Greiferzange. Durch Aufsetzen der Werkzeuge auf das Werkstück-Transportband wird nur so viel Platz benötigt, wie Werkzeuge gebraucht werden.

Bisherige Werkzeugwechsler und Speicher sind teure, voluminöse Einheiten, die die Bedienbarkeit der Maschine häufig stark beeinträchtigen.

In dem erfindungsgemäßen Bausatz lassen sich auch Werkzeugträgersysteme integrieren.

Es kann ein Blockstahlhalter, aufgesetzt auf den Grundkörper anstelle eines Mehrfach-Scheibenrevolvers, Anwendung finden. Bei Einzelwerkzeugaufnahme für einfache Bearbeitungsoperationen lassen sich stehende Werkzeuge in Verbindung mit drehenden Werkstückspannern auf der oberen Arbeitseinheit zum Drehen und Bohren einsetzen, oder drehende Werkzeuge zum Bohren und Fräsen auch für außermittige Bearbeitungen sowie Mehrspindelbohrköpfe.

Weiterhin lassen sich für Systeme mit zwei und mehr Achsen Werkzeugbalken mit mehreren Werkzeugaufnahmen linear in X-Richtung auf Spindelmitte und/oder parallel dazu anordnen, und zwar für stehende Werkzeuge zum Drehen und Bohren, oder aber für drehende Werkzeuge zum Bohren ein- und mehrspindlig und zum Fräsen, in Kombination stehend-drehend zum Drehen, Bohren, Fräsen, gegebenenfalls auch mehrere Werkzeugbalken, parallel angeordnet mit stehenden und/oder drehenden Werkzeugen zum Einsatz ab 4achsigen Systemen.

Es lassen sich Revolver, aufgesetzt auf den Grundkörper mit parallel zur X-Achse verlaufender Schwenkachse einsetzen, und zwar als Mehrfach-Scheibenrevolver mit verschiedenen Werkzeugaufnahmesystemen, kurzen Schwenkzeiten durch Drehstrom-Servomotor mit Richtungslogik. Des weiteren solche für stehende Werkzeuge zum Drehen und Bohren, Rollieren und so weiter, oder für angetriebene Werkzeuge in einigen Stationen zum Drehen, Bohren, Fräsen usw.

Es sind auch Doppel-Revolver mit einer quer zur

X-Achse verlaufenden Schwenkachse mit zwei parallelen Werkzeugträgern, ein Werkzeugträger für stehende Werkzeuge zum Drehen oder dergleichen, der zweite für angetriebene Werkzeuge höherer Antriebsleistung zum Bohren und Fräsen, verwendbar, gegebenenfalls auch zum Einsatz von Mehrspindelbohrköpfen.

In der Zeichnung ist die Erfindung — teils schematisch an Ausführungsbeispielen veranschaulicht. Es zeigen:

Fig. 1 eine aus einem erfindungsgemäßen Bearbeitungszentrum zusammengebaute Bearbeitungszelle;

Fig. 2 ein Teil-Bearbeitungszentrum gemäß der Erfindung in perspektivischer Explosionsdarstellung;

Fig. 3 das aus Fig. 2 ersichtliche Bearbeitungszentrum, zu einer Bearbeitungszelle gemäß Fig. 1 zusammengebaut, in perspektivischer Darstellung, teils weggebrochen dargestellt;

Fig. 4 bis 17 eine aus einem erfindungsgemäßen Bearbeitungszentrum zusammengebaute Bearbeitungszelle in verschiedenen Bearbeitungssituationen;

Fig. 18 eine weitere Bearbeitungsmaschine, zusammengebaut aus einem erfindungsgemäßen Bearbeitungszentrum teils im Schnitt, teils in der Ansicht;

Fig. 19 eine Draufsicht zu Fig. 20 ergänzt durch ein Werkzeugmagazin;

Fig. 20 eine Ansicht in Richtung des Pfeiles A der Fig. 19, teils im Schnitt;

Fig. 21 eine Ausführungsform gemäß Fig. 20, wobei ein Revolver mit einem angetriebenen Werkzeug ausgerüstet ist;

Fig. 22 eine Ausführungsform gemäß Fig. 4, wobei die Motorspindel mit einem CNC-Plandrehkopf ausgerüstet ist;

Fig. 23 eine Draufsicht zu Fig. 22;

Fig. 24 ein erfindungsgemäßes Spannfutter, teils im Längsschnitt, teils in der Ansicht;

Fig. 25 eine Stirnansicht zu Fig. 24;

Fig. 26 mit verschiedenen Werkzeugen bestückte Werkzeugpaletten auf einem Prismenband;

Fig. 27 eine Bohrmaschine und zwei Drehmaschinen, die aus Bausätzen gemäß der Erfindung aufgebaut worden sind, zusammengestellt zu einer Transferstraße;

Fig. 28 mehrere Bearbeitungsmaschinen zusammengesetzt zu einer Transferstraße.

In Fig. 1 ist eine aus einem erfindungsgemäßen, nachfolgend im einzelnen noch beschriebenen Bausatz aufgebaute Bearbeitungsmaschine als eine CNC-gesteuerte Bearbeitungszelle 1, auch Bearbeitungszentrum genannt, veranschaulicht. Einzelne Hauptkomponenten des erfindungsgemäßen Bausatzes sind insbesondere aus den Fig. 2 und 3 zu erkennen. Dieser Bausatz besteht im wesentlichen aus einem Steuerungselemente und die Energieversorgung aufnehmenden Container 2, nachfolgend Energiecontainer genannt, einer Motorspindel 3, einer Blechabdeckung 4, einem Kreuzschlitten 5 und einem Maschinengrundkörper 6.

Der Energiecontainer 2 ist als freitragende Blechkonstruktion ausgebildet, die vollständig vormontiert auf die fertig montierte Grundmaschine aufgesetzt und mit wenigen Schrauben befestigt wird. Der Energiecontainer 2 enthält den vollständig installierten Schaltschrank mit herausgeführten, vorkonfektionierten Anschlüssen zu den Verbrauchern. Die einzelnen Kabel 7 (Fig. 3 und 20) werden in Pritschen 8 verlegt und hängen in Schlaufen herunter, so daß sie den Bewegungen der Motorspindel 3 und des Kreuzschlittens 5 zu folgen vermögen. Die Kabel 7 sind mit den einzelnen Verbrauchern über Stecker verbunden, so daß die Kupplungen sehr schnell

lösbar, aber auch wieder herzustellen sind.

Auf dem Schaltschrank ist ein nicht näher dargestelltes Kühlaggregat zur Spindel- und Schaltschrankkühlung vorgesehen, während sich unter dem Schaltschrank die Hydraulik- und Luftversorgung befindet (nicht dargestellt). Die Wasser-, Hydraulik- oder Luftschläuche (nicht dargestellt) werden wie die Elektrokabel 7 in Schlaufen zu den Verbrauchern geführt wie dies im Zusammenhang mit den Kabeln 7 beschrieben wurde.

Der Energiecontainer 2 wird am Schluß der Montage wie eine Karosserie beim Auto mit der Grundmaschine verbunden, so daß sich das aus Fig. 1 ersichtliche Äußere ergibt. Danach werden die Verbraucher angeschlossen und die Maschine ist praktisch betriebsbereit. Dies ergibt ein sehr zeitsparendes, preiswertes Verfahren mit minimalem Materialverbrauch.

Die Motorspindel 3 besteht aus einem im einzelnen nicht dargestellten, die Spindel 9 konzentrisch umgebenden Motor 10, der bei der dargestellten Ausführungsform ein hochdynamischer frequenz geregelter wartungsfreier Drehstrom-Spindelmotor mit zum Beispiel 10/16 kW Zerspanleistung bei 100/40% ED ist.

Die Motorspindel 3 ist in einer Trägereinheit 11 angeordnet, die plattenförmig ausgestaltet und über mehrere Rippen 12, 13 mit dem Motorgehäuse einstückig verbunden ist (Fig. 2, 3).

Die Trägereinheit 11 ist mit zwei Paaren mit Abstand zueinander angeordneten, gleichgroßen Führungsschuh 14, 15 bzw. 16, 17 durch Schrauben oder dergleichen fest verbunden und auf Führungsschienen 18, 19 des Kreuzschlittens 5 in vertikaler Ebene geführt.

Bei der aus den Fig. 2 und 3 ersichtlichen Ausführungsform ist die Spindelstockeinheit, bestehend aus Motorspindel 3 und Kreuzschlitten 5, zweiachsig ausgeführt. Das bedeutet, daß der Kreuzschlitten 5 in horizontale Ebene — in Richtung der Achse X-X — und die Motorspindel 3 in vertikaler Ebene in Richtung der Achse Z-Z CNC-gesteuert verstellbar ist. Zum Anfahren der verschiedenen Zonen mit der X-Achse (horizontal) beträgt der Hub zum Beispiel 560 mm. Kurze Nebenzeiten beim Werkzeugwechsel und beim Anfahren des Meßtasters werden auch hier durch eine hohe Eilganggeschwindigkeit erreicht.

Beispiel für die Motorspindel 3

Motorspindel der Spindelkopfgröße 4.
Durchmesser im vorderen Lager 75 mm.
Drehzahl 8000 U/min.

Hohe Steifigkeit der Spindel 9 durch Präzisionslager.
Schräggugellager vorne und Zylinderrollenlager hinten.
Alle Lager mit Lebensdauer-Fettschmierung.

Durch den thermosymmetrischen Aufbau der Spindelstockeinheit 3, 5 und durch ein Kühlsystem ergibt sich eine konstante Genauigkeit.

Der Kreuzschlitten 5 wird durch einen reaktions-schnellen, frequenzgeregelten wartungsfreien Drehstrommotor angetrieben. Dieser Antrieb treibt den Kreuzschlitten 5 über hochpräzise geschliffene Kugellagerrollspindeln an. In der X-Achse ist ein gekapseltes Linear-, in der Z-Achse ein Rotativ-Meßsystem eingebaut. Beide Führungssysteme sind außerhalb des Arbeitsraumes angeordnet. Darauf wird weiter unten noch näher eingegangen werden.

Der Kreuzschlitten 5 weist auf jeder Seite beabstandete, gleichgroße Führungsschuhe 20, 21, 22 und 23 auf (Fig. 2).

Die Führungsschuhe 20 bis 23 sind mit dem Körper des Kreuzschlittens 5 durch Schrauben oder dergleichen einstückig, aber lösbar, verbunden.

Die Führungsschuhe 20, 21 bzw. 22, 23 sind auf parallel und mit Abstand zueinander angeordneten, als Führungsschienen ausgebildeten Führungen 24 und 25 geführt. Sowohl diese Führungen für den Kreuzschlitten 5 als auch die Führungen 18 und 19 für die Trägereinheit 11 mit Motorspindel 3 mit den Führungsschuhen 14, 15, 16 und 17 können z. B. mit hochpräzisen, vorgespannten Linear-Rollenführungen versehen sein, deren Reibwert mehr als zehnmal geringer ist als bei konventionellen Gleitführungen. Dieses System garantiert hohe Drehpräzision und hohe Dynamik.

Die Motorspindel 3 und der Kreuzschlitten 5 sind in beiden Achsen mit hängend angeordneten Energiezuführungen ausgerüstet. Sie sind einfach aufgebaut, wartungsfrei und außerhalb des Spänebereichs angeordnet.

Der Grundkörper 6 besteht aus Reaktionsharzbeton und weist bei der insbesondere aus den Fig. 3 und 4 ersichtlichen Ausführungsform in einem durch seine Längsachse geführten, orthogonalen Querschnitt eine H-Form auf und besitzt damit eine stabile Basis für die aufgesetzten Baugruppen, also für den Energiecontainer 2, die Motorspindel 3, die Blechabdeckung 4 und den Kreuzschlitten 5.

Zwischen den Seitenwänden 26 und 27 (Fig. 2, 3) im oberen Teil des "H" des Grundkörpers 6 sitzen die Befestigungsbasen für das Werkzeugsystem und den Meßtaster 47.

Der Grundkörper 6 steht auf vier Maschinenfüßen 28, die in den Eckbereichen des Grundkörpers 6 angeordnet und die z. B. für den Transport der Maschine mit einem Gabelstapler oder dergleichen in niedrigen Werkshallen und durch Tore abschraubbar sind.

Die Aussparungen, vor allem im Späne- und Kühlmittelbereich, sind durch ein Formblech 29, das als verlorene Form in den Reaktionsharzbeton des Grundkörpers 6 eingegossen ist, geschützt.

Zwei weitere Aussparungen 30 und 31 sind für die Rückführung des in den Fig. 1 bis 3 nicht dargestellten als Speicher- und Transportband ausgebildeten Speicher- und Transporteinheit bei einer möglichen Variante vorgesehen (Fig. 19 und 20).

Die Führungsschienen 24 und 25 sind an der Oberseite der senkrechten und parallel zueinander verlaufenden Seitenwände 26 und 27 des Grundkörpers 6 angeordnet.

Ein Arbeitsraum 34 und eine Meßzone 35 werden von den U-Schenkel bildenden Seitenwänden 26 und 27 und von dem die Seitenwände 26 und 27 materialmäßig einstückig verbindenden, dem Boden zugekehrten Steg 37 sowie einer mit den Seitenwänden 26 und 27 ebenfalls einstückig verbundenen Rückwand 38 (Fig. 2) umschlossen. Dadurch ist der durch den Grundkörper 6 gebildete Raum nur nach oben und nach vorn offen. Nach oben wird dieser Raum durch den Kreuzschlitten 5 mit der Blechabdeckung 4 abgedeckt, während an der Vorderseite eine Be- und Entladezone 39 mit einem Verschlußrollo 40 angeordnet ist.

Durch die Be- und Entladezone 39 führt eine als endloses Speicher- und Transportband 41 ausgebildete Speicher- und Transporteinheit (Fig. 1), auf dem Werkstücke 42 angeordnet sind. Auf dem Speicher- und Transportband 41 können sich auch Werkzeuge befinden.

Der Grundkörper 6 dient auch in der nachfolgend noch beschriebenen Art und Weise zur Aufnahme von

Werkzeugträgern und Revolvern als feststehende Einheit. Dies läßt hohe Werkzeugstandzeiten erwarten; zum Beispiel 30 bis 50% mehr als bisher.

Außerdem ermöglicht der Grundkörper 6 die nachfolgend beschriebene Befestigung einer multifunktionalen unteren Arbeitseinheit oder eines Doppelrevolvers in den beiden Seitenwänden 26 und 27. Damit ergibt sich eine einfache Arbeitsraumabdeckung bei geringem Platzbedarf in Abhängigkeit von den maximal zu bearbeitenden Werkstückabmessungen.

Die H-Form erlaubt es, die Führungsschienen 24 und 25 des Kreuzschlittens 5 weit nach vorne über die Bearbeitungsposition hinauszuziehen. Damit ergibt sich eine stabile Basis für den multifunktionalen Schlitten. Die Maschinenabdeckung besteht aus der festen Blechabdeckung 4, die unten am Kreuzschlitten 5 befestigt ist und einen gut geschlossenen Arbeitsraum 34 nach oben abschließt.

Das eingegossene Formblech 29 schützt den Maschinengrundkörper 6 im Späne- und Kühlmittelbereich.

Der Arbeitsraum 34 ist an der Vorderseite in Richtung auf die Be- und Entladezone 39 durch eine in vertikaler Ebene bewegliche Tür 43 verschlossen. Auf der diametral gegenüberliegenden Seite ist der Arbeitsraum 34 zur Meßzone 35 durch eine weitere Tür 44 ebenfalls dicht verschlossen.

Späne fallen nach unten in einen Späneförderer 45, von wo aus sie in einem Spänewagen 46 (Fig. 18) abtransportiert werden. Dadurch ist der Arbeitsraum 34 absolut dicht von der Be- und Entladezone 39 und von der Meßzone 35 getrennt.

Entgegen der Darstellung in den Fig. 1 bis 3 können bei einer Alternativlösung zusätzlich zur X- und Z-Achse dem Kreuzschlitten 5 auch noch ein Schieber 111 zur Bildung einer Y-Achse und/oder eine C-Achse (Fig. 3) zugeordnet sein, wie dies im Zusammenhang mit der Ausführungsform nach Fig. 18 bis 20 dargestellt ist, bei welcher der Kreuzschlitten 5 in der Y-Achse auf zwei beabstandeten Führungsschienen 100, 101 geführt ist.

Mit dem Bezugszeichen 47 ist ein Meßtaster bezeichnet, der auf einer Revolvereinheit 48 und Werkzeugträger 50 mit horizontaler Achse 49 angeordnet ist. Der Werkzeugträger 50 trägt auf seinem Umfang mehrere Werkzeuge, zum Beispiel Meißel 51 und Bohrer 52. Mit 53 ist ein Antriebsmotor für die Revolvereinheit 48 bezeichnet.

Die Motorspindel 3 ist in Richtung der Z-Achse motorisch beweglich und weist an ihrem unteren Ende ein Spannfutter 54 zur Aufnahme von Werkstücken 42 von dem Speicher-Transportband 41 auf.

Die Motorspindel 3 taucht durch eine ihren Außenabmessungen formmäßig angepaßte Bohrung 56 (Fig. 2) in der Blechabdeckung 4 in den Arbeitsraum 34 ein. An ihrer Außenmantelfläche 57 ist die Motorspindel 3 durch eine nicht dargestellte Dichtung abgedichtet, so daß auch an dieser Stelle der Arbeitsraum 34 nach außen hin schmutz- und feuchtigkeitsdicht abgedichtet sind.

Alle Bewegungen der Motorspindel 3, des Kreuzschlittens 5, der Werkzeuge 51, 52, und gegebenenfalls des Meßtasters 47 sowie das Aufnehmen und Transportieren von Werkzeugen und Werkstücken ist in die CNC-Steuerung der Maschine einbezogen.

Das Speicher- und Transportband 41 kann umrüstfrei ausgeführt sein. Auf dieses Speicher- und Transportband 41 legt die als Pick-up-Spindel ausgeführte Motorspindel 3 ein fertig bearbeitetes Werkstück 55 ab, wonach das Speicher- und Transportband 41 weitertakkt

und danach das nächste Rohteil 103 ergriffen wird. Das Speicher- und Transportband 41 kann als Kettentaktband mit Transportprismen ausgeführt sein. Der Abstand der Transportprismen und somit die Speicherkapazität richtet sich nach dem zum Einsatz kommenden Spannfutterdurchmesser (großer Spannfutterdurchmesser = großer Abstand der Transportprismen). Die Werkstück-Rohteile 103 werden zur Übernahme für die Motorspindel 3 auf Mitte positioniert. Unterschiedliche Werkstückhöhen werden im NC-Teilprogramm definiert. Eine gute Werkstückanlage im Spannmittel wird durch eine Andrückeinheit im Speicher- und Transportband 41 gewährleistet. Dazu wird mit der Motorspindel 3 gegen die gefederte Andrückeinheit gefahren. Beispielsweise können folgende Abmessungen für Werkstücke in Betracht kommen:

Werkstückdurchmesser 130 mm,
Werkstückhöhe 75 mm.

Selbstverständlich ist die Erfindung auf derartige Abmessungen nicht beschränkt.

Die Wirkungsweise der aus den Fig. 1 bis 17 veranschaulichten Ausführungsformen ist folgende:

Die Motorspindel 3 ist im Pick-up-Spindel-Drehautomat besonders geeignet, außer den Drehoperationen auch den Werkstückwechsel in zum Beispiel nur fünf Sekunden auszuführen. Dazu wird außer dem Drehautomaten nur ein einfaches, preiswertes Werkstückzu- und -abführband in Form des Speicher- und Transportbandes 41 benötigt. Durch Programmieren der Spindelstockeinheit 3, 5 können die Werkstückparameter zum Be- und Entladen der Werkstücke 103, 55 benutzt werden. Sämtliche Bewegungen zum Be- und Entladen der Spindel 3, zum Zerspanen sowie zum Messen der Werkstücke 55 werden mit der Pick-up-Spindel 3 ausgeführt.

Auf dem aus Fig. 1 ersichtlichen Speicher- und Transportband 41 werden die zu bearbeitenden 103 und die fertig bearbeiteten Werkstücke 55 gefördert. Angenommen, die Bearbeitungsmaschine befindet sich in der aus Fig. 4 ersichtlichen Station wobei die Tür 43 bereits geöffnet, das heißt in der vollständig nach unten abgesenkten Stellung ist. Dann fährt die Motorspindel 3 in Pfeilrichtung Z nach unten. Das Spannfutter 54 ergreift ein Werkstück-Rohteil 103, das sich auf dem Speicher- und Transportband 41 befindet.

Als dann bewegt sich die Motorspindel 3 gemäß Fig. 5 in Pfeilrichtung Z vertikal nach oben.

Gemäß Fig. 6 wird, nachdem die Motorspindel 3 das Werkstück-Rohteil 103 aufgenommen hat, in Pfeilrichtung X, also horizontal auf den Führungsschienen 24 und 25 des Maschinengrundkörpers 6 verfahren, wobei sich der Kreuzschlitten 5 soweit bewegt, bis sich die Motorspindel 3 mit dem aufgenommenen Werkstück-Rohteil 103 im Arbeitsraum 34 befindet (Fig. 7). Die Tür 43 wird in die geschlossene Stellung, also vertikal nach oben, bewegt. Dann erfolgt die Bearbeitung des Werkstückes 42 durch den Meißel 51 (Fig. 8).

Nach Fertigstellung dieser Operation bewegt sich die Motorspindel 3 in Pfeilrichtung Z nach oben (Fig. 9).

Der Kreuzschlitten 5 wird daraufhin in Pfeilrichtung X gemäß Fig. 10 weiterbewegt, und zwar bis sich das von der Motorspindel 3 gehaltene Werkstück 42 in einer Stellung befindet, in der der inzwischen in Bearbeitungsstellung durch die Revolvereinheit 48 geschwenkte Bohrer 52 (Fig. 9) in Aktion treten kann.

Gemäß Fig. 11 wird die Motorspindel 3 in Pfeilrichtung Z nach unten gefahren und dabei der Bearbei-

tungsvorgang an dem Werkstück 42 vollzogen.

Anschließend wird gemäß Fig. 12 die Werkstückspindel in Pfeilrichtung Z nach oben gefahren, die Tür 44 zur Meßzone 35 vollständig geöffnet, so daß gemäß Fig. 13 der Kreuzschlitten 5 mit der Motorspindel 3 und dem Werkstück 55 sich zu dem auf der Revolvereinheit 48 montierten Meßtaster 47 bewegen kann. Mehrere Meßprogramme können in der CNC-Steuerung der Maschine hinterlegt werden. Somit ist es möglich, unmittelbar nach einem Werkzeugwechsel zu messen. Weiterhin ist es möglich, während der laufenden Produktion vorbestimmte Teile, zum Beispiel jedes zehnte oder zwanzigste Werkstück, zu messen.

Nachdem der Meßvorgang beendet ist, wird die Motorspindel 3 in Pfeilrichtung Z nach oben (Fig. 14) und der Kreuzschlitten 5 in Pfeilrichtung X wieder nach vorn gefahren (Fig. 15). Die Tür 44, die den Arbeitsraum 34 zur Meßzone 35 verschließt, fährt in ihre geschlossene Stellung (Fig. 15). Die Motorspindel 3 wird in Pfeilrichtung Z gemäß Fig. 16 nach unten gefahren und legt das fertig bearbeitete Werkstück 55 auf dem Speicher- und Transportband 41 ab und fährt nach oben in eine Lage, in der sie gemäß Fig. 17 zur Aufnahme eines neuen, unbearbeiteten Werkstückes 103 in Bereitstellung ist, woraufhin sich der Bearbeitungszyklus wiederholen kann.

Dadurch, daß die Be- und Entladezone 39, der Arbeitsraum 34 und die Meßzone 35 in der X-Richtung hintereinander angeordnet sind, ergibt sich ein störungsfreier Maschinenablauf. Die konsequente Trennung dieser drei Bereiche 39, 34 und 35 verhindert Späneprobleme bei dem Be- und Entladen der Werkstücke 103 bzw. 55 oder beim Messen. Die hängend angeordneten Werkstücke 103 bzw. 55 tragen zu einem optimalen Späneabfluß bei.

Steuerungsbeschreibung

Bahnsteuerung Siemens 805 T mit integrierter PLC-Steuerung

Das Steuerungskonzept der in den Fig. 1 bis 17 dargestellten Bearbeitungsmaschine ist so angelegt, daß eine einfache Maschinensteuertafel, mit den für die Produktion notwendigen Bedienelementen, verwendet wird.

Zum Umrüsten auf ein neues Werkstück wird ein fahrbares Bedienpult mit Bildschirm, alphanumerischer Tastatur und Softkeytasten verwendet, das per Kabel und Stecker mit der Maschinensteuerung verbunden wird.

Diese Technik ist beim Einsatz mehrerer Maschinen kostengünstiger als pro Maschine ein vollwertiges Bedienpult. Außerdem hat der Maschinenbediener (nicht Einrichter) für den Produktionsablauf eine leichter zu beherrschende Bedienoberfläche.

Bedientafel mit 12" Monochrom-Bildschirm,
Handeingabe über alphanumerische Volltastatur,
Wiederanfahren an die Kontur,
Bedienerunterstützung mittels 7 Softkeys über Softkey-Menue,
Konventionelles Fahren in 2 Achsen simultan,
Automatischer Satzvorlauf auf eine Unterbrechungsstelle,
Programmtestlauf ohne Maschine oder nur in einzelnen Achsen,
NC-Teilprogramm Speicher 16 KByte,

Schneidenradiuskompensation,
Programmeingabe simultan zur Programmbearbeitung.

Bearbeitungszyklen:

Direkte Kreisradiusprogrammierung,
Bezugs- und Kettenmaßprogrammierung,
Unterprogrammtechnik,
Parametertechnik,
1000 R-Parameter,
Parameterrechnung,
Parametervergleich,
Ladefunktion für Parameter,
Trigonometrische und arithmetische Rechenfunktion,
Eingabefeinheit: 0,001 mm.

Sicherheitsroutinen ständig aktiv für Meßkreise, Spannung, Speicher und Endschalter,
Schnittstellendiagnose,
Alarmtexte von NC und Maschine bzw. PLC auf dem Bildschirm,
Anzeige interner PLC-Zustände,
Konturüberwachung,
Spindelüberwachung.

Bei der Ausführungsform nach den Fig. 18 bis 21 sind für Teile gleicher Funktion die gleichen Bezugszeichen wie bei der Ausführungsform nach den Fig. 1 bis 17 verwendet worden. Bei der Ausführungsform nach den Fig. 18 bis 20 sind in den als Führungswänden ausgebildeten Seitenwänden 26 und 27 des Maschinengrundkörpers 6 zwei mit Abstand sowie parallel zueinander angeordnete Werkzeugträger für stehende Werkzeuge 58 und drehende Werkzeuge 59 auf einer motorisch angetriebenen Revolverwelle 60 angeordnet. Die Werkzeugträger 58, 59 tragen an ihrem Umfang mehrere Werkzeuge, von denen lediglich die Werkzeuge 61 (fest) und 62 (drehend) mit Bezugszeichen versehen worden sind. In der Ausbildung nach Fig. 19 und 20 ist der Maschinengrundkörper 6 von einem Werkzeug-Speicherband 63 ringförmig umschlossen, auf dem die verschiedenen Werkzeuge 64, 70 in Bereitstellung mit ihrem Steilkegel 64 nach oben oder unten weisend abgelegt sind. Die Werkzeuge hängen (64) oder stehen (70) senkrecht in dem Werkzeug-Speicherband 63 (Fig. 26), das die jeweils benötigten Werkzeuge taktweise heranfordern kann. Das Werkzeug-Speicherband 63 ist motorisch angetrieben und ebenfalls in die CNC-Steuerung der Maschine einbezogen.

Das ringförmige Werkzeugmagazin 63 wird von einem Speicher- und Förderband 65 umschlossen, das ebenfalls motorisch angetrieben ist und gleichfalls in die CNC-Steuerung einbezogen ist und auf dem die zu bearbeitenden Werkstücke 103 gleicher oder unterschiedlicher Art und die fertig bearbeiteten Werkstücke 55 taktweise durch motorischen Antrieb des Speicher- und Förderbandes 65 bewegt werden. Die fertig bearbeiteten Werkstücke 55 werden z. B. durch einen nicht dargestellten Umsetzer abtransportiert.

Die Motorspindel 3 nimmt ein Werkstück 103 von dem Speicher- und Förderband 65 auf, wobei sie in vertikaler Richtung, also in Richtung der Z-Achse einen Hub ausführt. Nach dem Aufnehmen des Werkstückes 103 fährt die Motorspindel 3 in Richtung der Z-Achse z. B. 160 mm vertikal nach oben. Die den Arbeitsraum 34 verschließende Tür 43 ist dabei durch senkrecht Hinunterfahren geöffnet, so daß die Motorspindel 3 mit dem Kreuzschlitten 5 in Richtung der X-Achse, also

horizontal einen Hub ausführen kann. Bei der dargestellten Ausführungsform beträgt dieser Hub beispielsweise 980 mm. Die Motorspindel 3 mit dem Kreuzschlitten 5 hält dann in Richtung der Position 66 mit der ersten Aufspannung, wo dann die gewünschte Bearbeitung, zum Beispiel das Bohren eines Loches durch ein Werkzeug, zum Beispiel 70, vorgenommen wird. Nach der Vollendung des Bearbeitungsvorganges in der ersten Aufspannung fährt die Spindelstockeinheit 3, 5 weiter bis zur Position 68, in der das halbfertige Werkstück 102 an die Spannvorrichtung 69 weitergegeben wird. Die Spannvorrichtung 84 kann z. B. den Steilkegel eines Werkzeuges 64, 70 aufnehmen. Wird in der Position 68 das Werkstück 102 von der Spannvorrichtung 69 gehalten, dann erfolgt durch ein in der Spannvorrichtung 84 aufgenommenes Werkzeug 64 ein weiterer Bearbeitungsvorgang.

Die benötigten Werkzeuge werden jeweils aus dem Werkzeugmagazin 63 geholt und die nicht benötigten Werkzeuge in das Werkzeugmagazin 63 durch die Motorspindel 3 abgesetzt.

Der Transport der Schutzkappen (nicht dargestellt) für die nicht benötigten Spannvorrichtungen und das Entfernen dieser Schutzkappen von der jeweils benötigten Spannvorrichtung wird ebenfalls von der Motorspindel 3 bewerkstelligt.

Nach dem Fertigbearbeiten wird die Tür 44 zur Meßzone 35 geöffnet und die Spindelstockeinheit 3, 5 fährt das Werkzeug in die Meßzone 35, wo ein Meßtaster 47 an einem verschiebbaren Arm 71 angeordnet ist.

Bei der aus Fig. 21 ersichtlichen Alternative sind für Teile gleicher Funktion die gleichen Bezugszeichen wie bei den vorbeschriebenen Ausführungsformen verwendet worden. Hier ist eine Revolvereinheit 48 mit den Werkzeugen 51, 73 und Eigenantrieb 74 versehen. Dadurch sind weitere Bearbeitungsvorgänge möglich.

Wie die Fig. 27 zeigt, ist das Verketteten auf mehreren Maschinen 75, 76, 77 zu einer Transferstraße ohne weiteres möglich. Statt drei Maschinen können auch weniger oder wesentlich mehr Maschinen verkettet sein. Es ist auch denkbar, die Funktion aller Maschinen durch einen Zentralrechner zu steuern, der flexibel die Werkstück- und/oder Werkzeugzuführung steuert.

Eine weitere Alternative zur Verkettung mehrerer Einzelmaschinen 78, 79, 80, 81, 82 und 83 zu einer Transferstraße zeigt Fig. 28. Hierbei übernehmen die verschiedenen Maschinen verschiedene, vorbestimmte Bearbeitungsvorgänge, nach deren Fertigstellung das Teil jeweils an die nächste Bearbeitungsmaschine weitergegeben wird. Der Transport kann durch Umsetzer vollautomatisch geschehen.

Alle Spannvorrichtungen für Werkstücke und Werkzeuge bei sämtlichen Ausführungsformen können gemäß Fig. 24 und 25 ausgestaltet sein. Dabei handelt es sich um kombinierte Spannvorrichtungen 69, 84 mit einer zentralen Werkzeugaufnahme 85 für den Steilkegel 86 geeigneter Werkzeuge 64, 70 und Spannbacken 88, die auf Führungen 89 geführt sind. Durch eine Zugstange 90 können wahlweise sowohl die Werkzeugaufnahme 85 als auch die Spannbacken 88 betätigt werden. Die Spannbacken werden bei Verwendung als Werkzeugaufnahme abgedeckt. Die Schutzkappen können in der beschriebenen Art und Weise durch die Pick-up-Spindel, also die Motorspindel 3, bewegt und betätigt werden.

Bei den Ausführungsformen nach den Fig. 18 bis 21 können durch geeignete Steuerung der Motorspindel 3 und/oder des Revolver-Werkzeugträgers 50 bzw. 58, 59

auch Bearbeitungsvorgänge mit beliebigen Winkellagen im Raum vorgenommen werden. Zum Beispiel ist es möglich, Bohrungen in Werkstücke zu bohren, die unter einem beliebigen Winkel in dem Werkstück verlaufen.

Bei der Ausführungsform nach den Fig. 22 und 23 sind für Teile gleicher Funktion die gleichen Bezugszeichen wie bei der Ausführungsform nach den Fig. 1 bis 17 verwendet worden. Hier ist die Motorspindel 3 mit einem CNC-gesteuerten Plandrehkopf 67 ausgerüstet. Dadurch sind weitere Bearbeitungsvorgänge möglich. Wie die Fig. 23 zeigt, transportiert das Taktband 36 die Werkstücke 33 durch Öffnungen im Maschinengrundkörper 6 direkt in die Bearbeitungsposition. Dort werden sie von einer z. B. zentrisch spannenden Vorrichtung 32 zur nachfolgenden Bearbeitung durch den Plandrehkopf 67 mit den Werkzeugen 87 gespannt.

Die in der Zusammenfassung, in den Patentansprüchen und in der Beschreibung beschriebenen sowie aus der Zeichnung ersichtlichen Merkmale können sowohl einzeln als auch in beliebigen Kombinationen für die Verwirklichung der Erfindung wesentlich sein.

Patentansprüche

1. Aus Baugruppen zusammengesetztes Bearbeitungszentrum, mit einem Maschinengrundkörper, auf dem mittels Führungen über einen Kreuzschlitten eine in mehreren Achsen verstellbare motorgetriebene Hauptspindel angeordnet ist, wobei am Maschinengrundkörper Einrichtungen zum Sammeln von Spänen und Kühlmittel vorgesehen sind, und dem Maschinengrundkörper eine Arbeitsraum-Verkleidung zugeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Verkleidung als Steuerungselemente und Energieversorgung aufnehmender und als Baueinheit auf Maschinengrundkörper aufsetzbarer Container (2) ausgebildet ist, daß im Maschinengrundkörper (6) zwischen den den Kreuzschlitten (5) mit der als Motorspindel (3) ausgebildeten und nach dem Pick-up-Verfahren arbeitenden Spindel tragenden Führungen (24, 25) Aussparungen zum Sammeln und Abführen der Späne vorgesehen sind, daß der Maschinengrundkörper (6) mit weiteren Aussparungen (30, 31) für eine Speicher- und Transporteinheit (41) versehen ist, und daß ein in die Maschinensteuerung einbezogener Meßtaster (47) zur Überprüfung der bearbeiteten Werkstücke (33) vorgesehen ist, sowie mit einer Blechabdeckung (4), die an dem Kreuzschlitten (5) befestigt ist, welche die Motorspindel (3) mit einem Spindelvorsatz abgedichtet in vertikaler Richtung durchgreift.
2. Bearbeitungszentrum nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Aussparungen durch ein Formblech (29), das als verlorene Form in den Maschinengrundkörper (6) eingegossen ist, geschützt sind.
3. Bearbeitungszentrum nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Maschinengrundkörper (6) den Areitsraum (34) auf drei senkrecht aufeinanderstehenden Seiten und von unten umschließt.
4. Bearbeitungszentrum nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß der Maschinengrundkörper (6) aus Reaktionsharz-beton gegossen ist.
5. Bearbeitungszentrum nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß

der Maschinengrundkörper (6) in einem zu seiner Längsachse orthogonal geführten Längsschnitt H-förmig ausgebildet ist.

6. Bearbeitungszentrum nach Anspruch 1 oder einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Maschinengrundkörper (6) in einem orthogonal zu seiner Längsachse geführten Schnitt etwa U-förmig ausgebildet ist.

7. Bearbeitungszentrum nach Anspruch 1 oder einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Maschinengrundkörper (6) in einem orthogonal zu seiner Längsachse geführten Schnitt etwa L-förmig gestaltet ist.

8. Bearbeitungszentrum nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, mit an der Oberseite des Maschinengrundkörpers angeordneten Führungen, dadurch gekennzeichnet, daß die Führungen (24 und 25) als parallel zueinander angeordneten Führungsschienen (24 und 25) ausgebildet sind, von denen je eine an der Oberseite von Seitenwänden (26, 27) des Maschinengrundkörpers (6) angeordnet ist.

9. Bearbeitungszentrum nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß der Maschinengrundkörper (6) auf abnehmbaren Maschinenfüßen (28) angeordnet ist, die einen Zwischenraum zum Boden herstellen.

10. Bearbeitungszentrum nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß der Maschinengrundkörper (6) der Aufnahme von Werkzeugträgern und/oder Revolvern als feststehende Einheit dient.

11. Bearbeitungszentrum nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß in dem von dem Maschinengrundkörper (6) umschlossenen Raum eine multifunktionale untere Bearbeitungseinheit (72) angeordnet ist.

12. Bearbeitungszentrum nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß innerhalb des von dem Maschinengrundkörper (6) umschlossenen Raumes in den Seitenwänden (26, 27) des Maschinengrundkörpers (6) die Welle (60) eines Mehrfachrevolvers, zum Beispiel eines Doppelrevolvers mit den Werkzeugträgern (58, 59) angeordnet ist.

13. Bearbeitungszentrum nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß die Führungsschienen (24, 25) für den Kreuzschlitten (5) nach vorn über die Bearbeitungsposition bis zu einem hier angeordneten Speicher- und Transportband (41) vorgezogen sind.

15. Bearbeitungszentrum nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß die Spindelstockeinheit, bestehend aus Motorspindel (3) und Kreuzschlitten (5), zweiachsig ausgeführt ist, wobei der Kreuzschlitten in der X-Achse und die Motorspindel in der Z-Achse CNC-gesteuert verfahrbar angeordnet sind und daß die Motorspindel (3) über ein Speicher- und Transportband (41) verfahrbar ist.

15. Bearbeitungszentrum nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß der Kreuzschlitten (5) durch einen reaktionsschnellen, frequenzgeregelten, wartungsfreien Drehstrommotor angetrieben ist, der den Kreuzschlitten (5) über hochpräzise geschliffene Kugelrollspindeln antreibt, wobei in der X-Achse ein gekapseltes Linear-, in der Z-Achse ein Rotativ-Meßsystem eingebaut ist und beide Führungssysteme außerhalb

- des Arbeitsraumes (34) angeordnet sind.
16. Bearbeitungszentrum nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß der Container (2) als freitragende Blechkonstruktion ausgebildet ist. 5
17. Bearbeitungszentrum nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß der Container (2) den Maschinengrundkörper (6) von oben und mindestens von drei Seiten ganz oder teilweise umschließt. 10
18. Bearbeitungszentrum nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß der Container (2) den vollständig installierten Schaltschrank mit herausgeführten, vorkonfektionierten, steckbaren Anschlüssen zu den Verbrauchern enthält. 15
19. Bearbeitungszentrum nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß zu den Anschlüssen auch elektrische Kabel (7) gehören, die in Pritschen (8) verlegt sind, wobei die Pritschen (8) einstückig mit dem Container (2) verbunden sind, während die Anschlüsse, insbesondere die elektrischen Kabel (7), in Schlaufen eine ungestörte Bewegung des Kreuzschlittens (5) und/oder der Motorspindel (3) ermöglichenden Art und Weise verlegt sind. 20 25
20. Bearbeitungszentrum nach Anspruch 18 oder 19, dadurch gekennzeichnet, daß der Container (2) auch ein Kühlaggregat zur Spindel- und Schaltschrankkühlung und die Hydraulik- bzw. Luftversorgung enthält, wobei die Wasser-, Hydraulik- oder Luftschläuche wie die Elektrokabel (7) in Schlaufen zu den Verbrauchern geführt und gegebenenfalls in Pritschen (8) verlegt sind. 30
21. Bearbeitungszentrum nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß die Be- und Entladezone (39), der Arbeitsraum (34) und eine Meßzone (35) in X-Richtung hintereinander angeordnet und der Arbeitsraum (34) zur Be- und Entladezone (39) und zur Meßzone (35) durch eine in die Maschinensteuerung einbezogene zu öffnende und zu schließende Tür (43, 44) getrennt ist. 35 40
22. Bearbeitungszentrum nach Anspruch 1 oder einem der folgende, dadurch gekennzeichnet, daß die Lager der Spindel (9) auf konstante Temperatur gekühlt sind. 45
23. Bearbeitungszentrum nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem dreiachsigen Kreuzschlitten (5, 111) zum Beispiel ein über der Führung für die X-Achse liegender Schieber (111 den Kreuzschlitten (5) für die Y-Achse trägt. 50
24. Bearbeitungszentrum nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß die untere multifunktionale Arbeitseinheit (72) 55
- a) mit mehreren festen Werkzeugen (70) und
 - b) einer außermittig gelagerten Motorspindel (112) ausgerüstet ist;
 - c) die gesamte Einheit ist CNC-gesteuert schwenkbar, wobei die Motorspindel (112) mit ihrer Schwenkachse (E-Achse) in jedem beliebigen Winkel arbeiten kann;
 - d) die Motorspindel (112) ist stufenlos von einem eingebauten oder außenliegenden AC-Motor angetrieben; 60
 - e) die Motorspindel (112) trägt eine kombinierte Werkstück- und Werkzeug-Spannvorrichtung (69) zur wahlweisen Aufnahme von 65

- Werkzeugen (70) und Werkstücken (102);
f) die Motorspindel (112) hat eine CNC-gesteuerte Achse (F-Achse);
25. Bearbeitungszentrum nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Speicher- und Transportband (41) mit Prismenmitnahmen für die Werkstücke (65) und Werkzeuge (63) versehen ist.
26. Bearbeitungszentrum nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, gekennzeichnet durch eine Schutzverkleidung aus Aluminiumlamellen in Form eines Verschlußbrollos (40), das den Frontbereich der Maschine abdeckt.
27. Bearbeitungszentrum nach Anspruch 1 oder einem der Ansprüche 2 bis 21, gekennzeichnet durch die Bearbeitung der Werkstücke (33) mit ein- oder mehrachsigen multifunktionalen Kreuzschlitten mit einer Motorspindel (3) und einer U-Achse im CNC-Plandrehkopf (67) zur Verstellung der Werkzeuge (87), wobei das Greifen, Spannen und Ablegen eines Werkstückes (33) aus dem Taktband (36) durch die Spannvorrichtung (32) erfolgt für z. B. zentrische Bearbeitungsvorgänge wie Kontordrehen, Ausdrehen und Plandrehen.

Hierzu 28 Seite(n) Zeichnungen

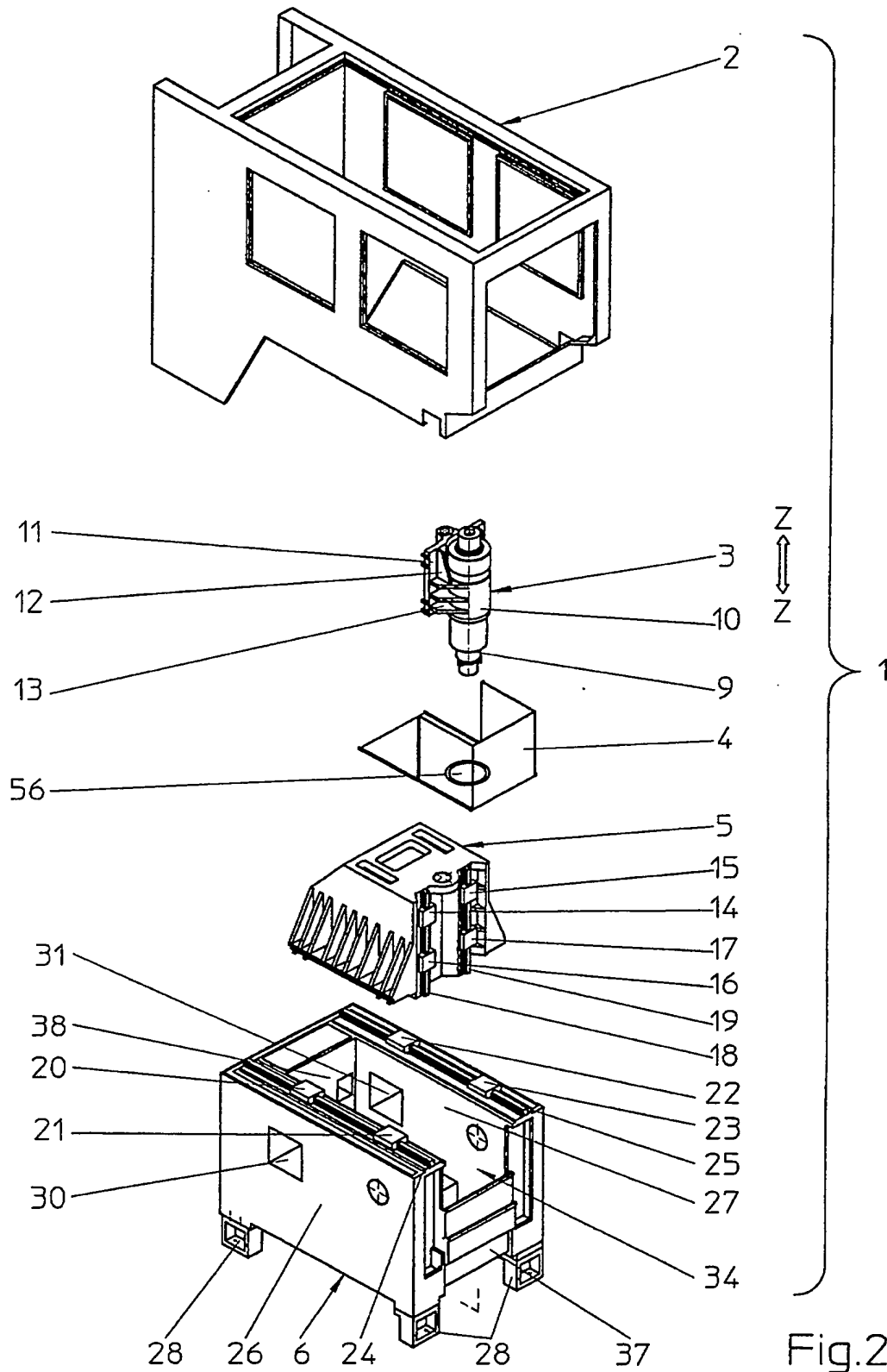


Fig. 2

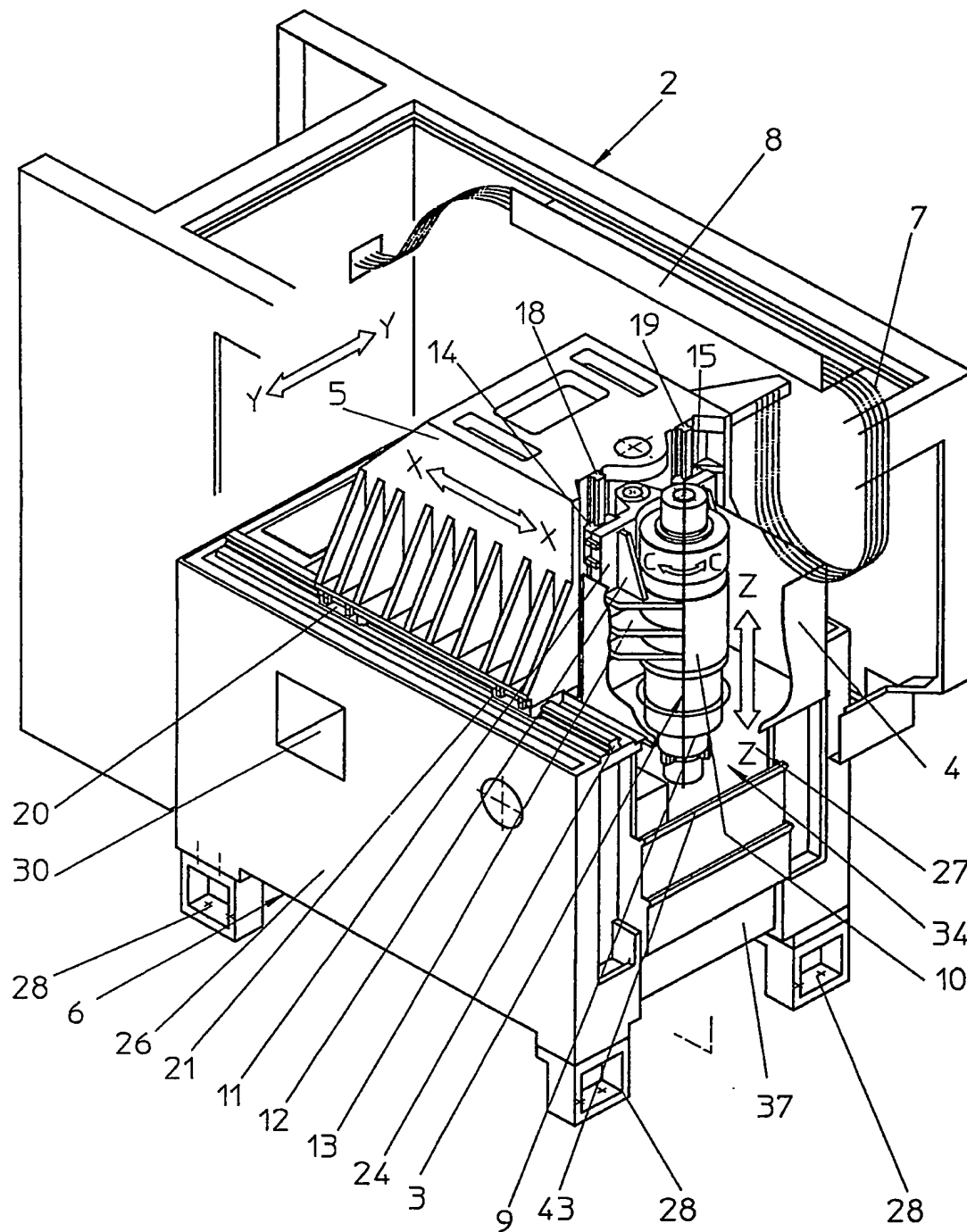


Fig.3

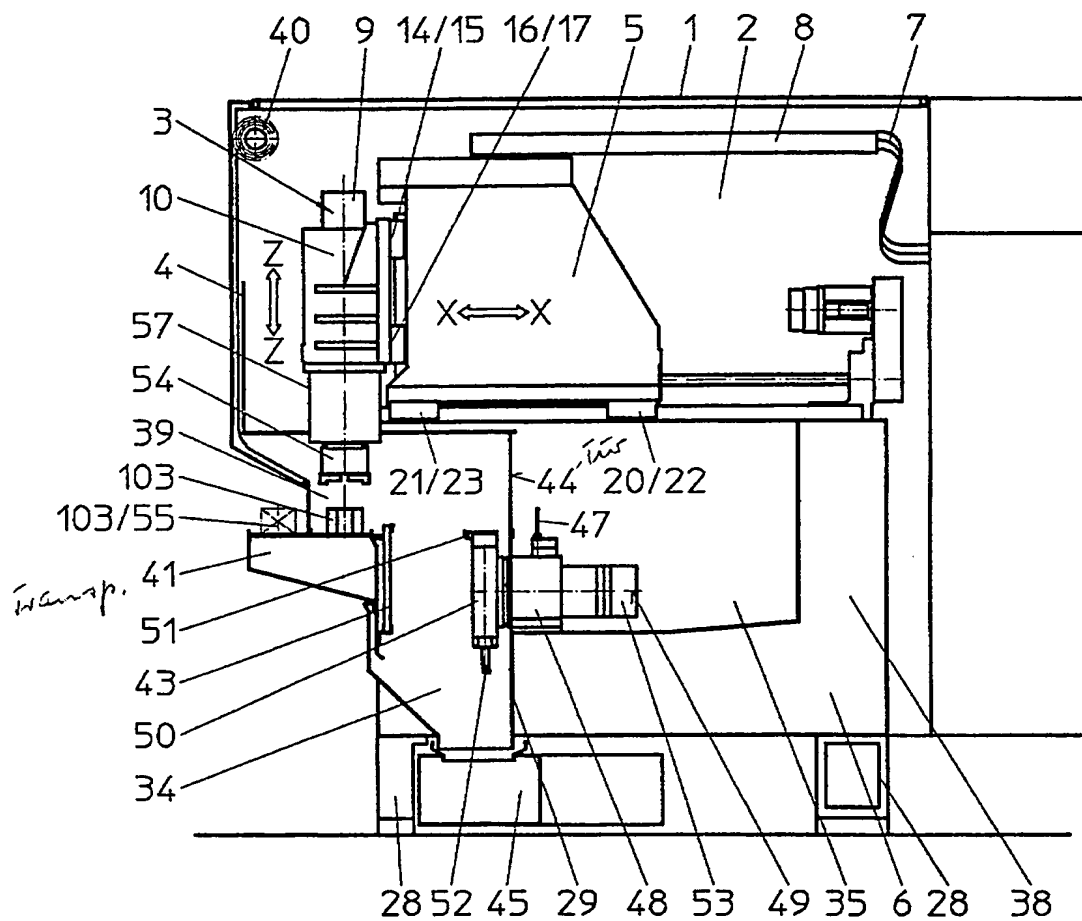


Fig. 4

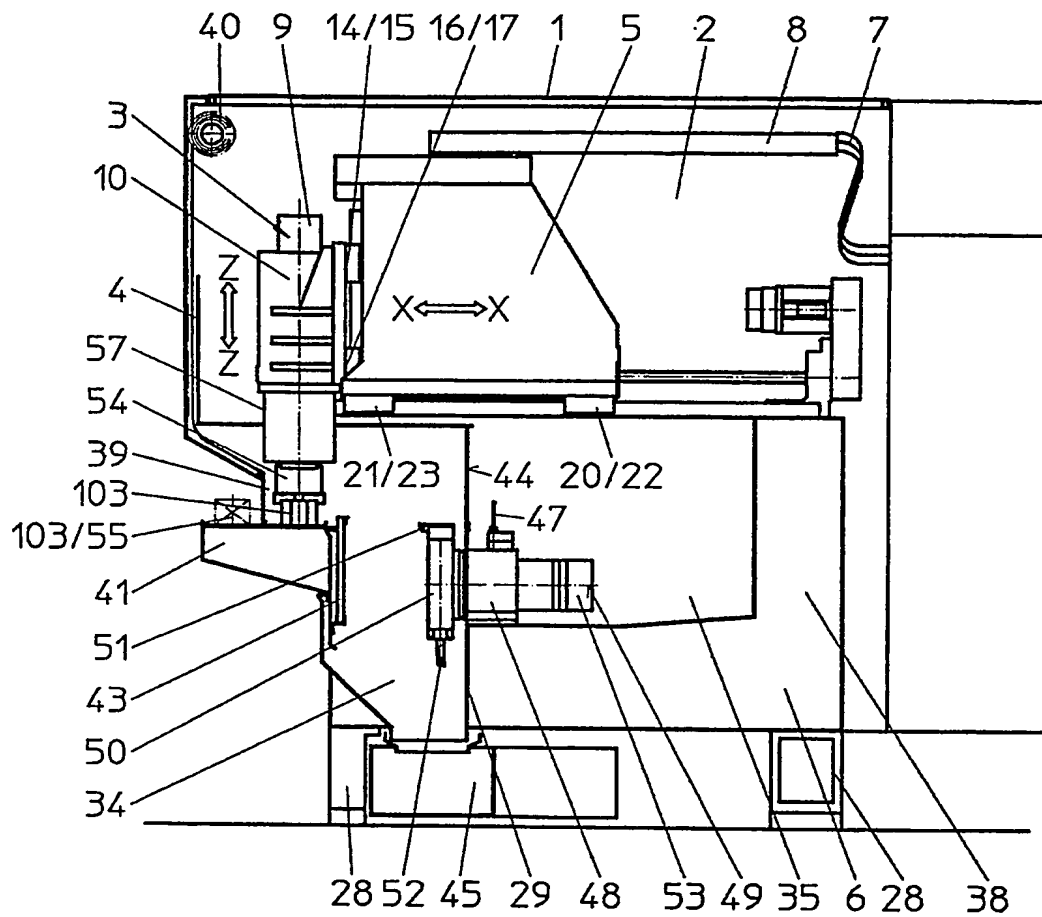


Fig. 5

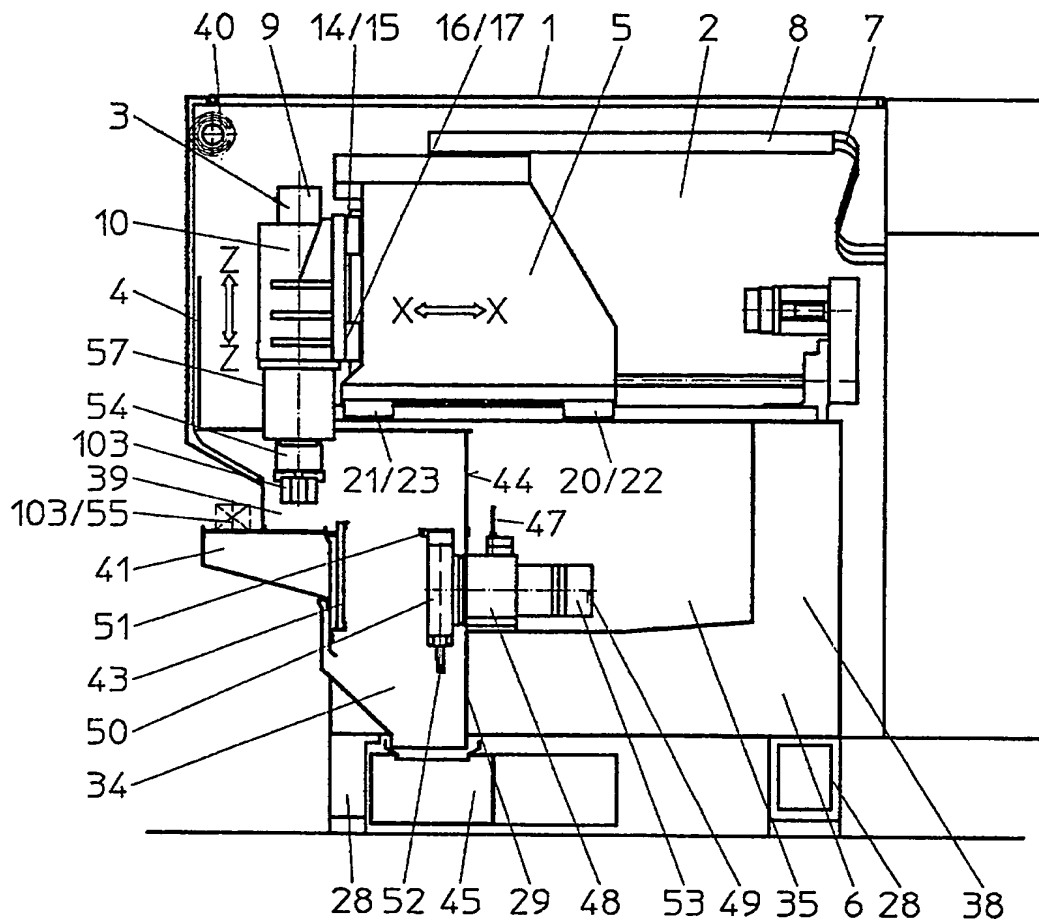


Fig. 6

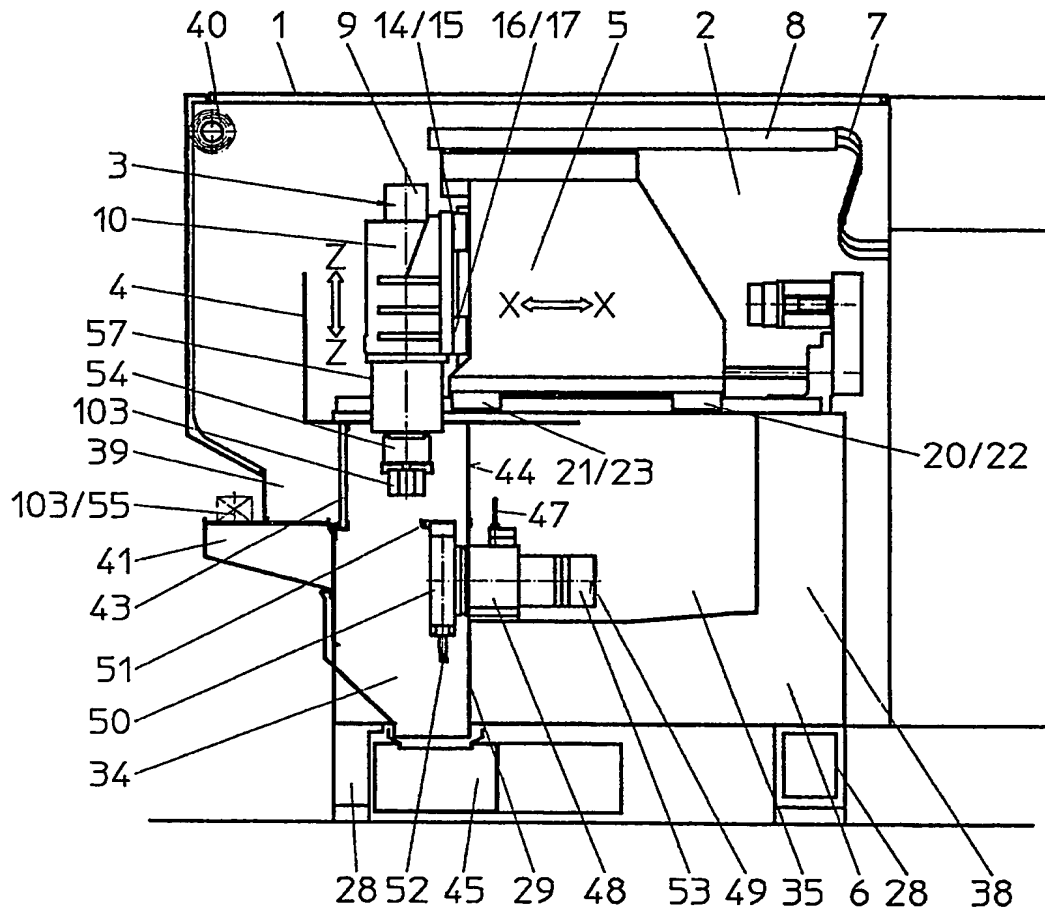


Fig. 7

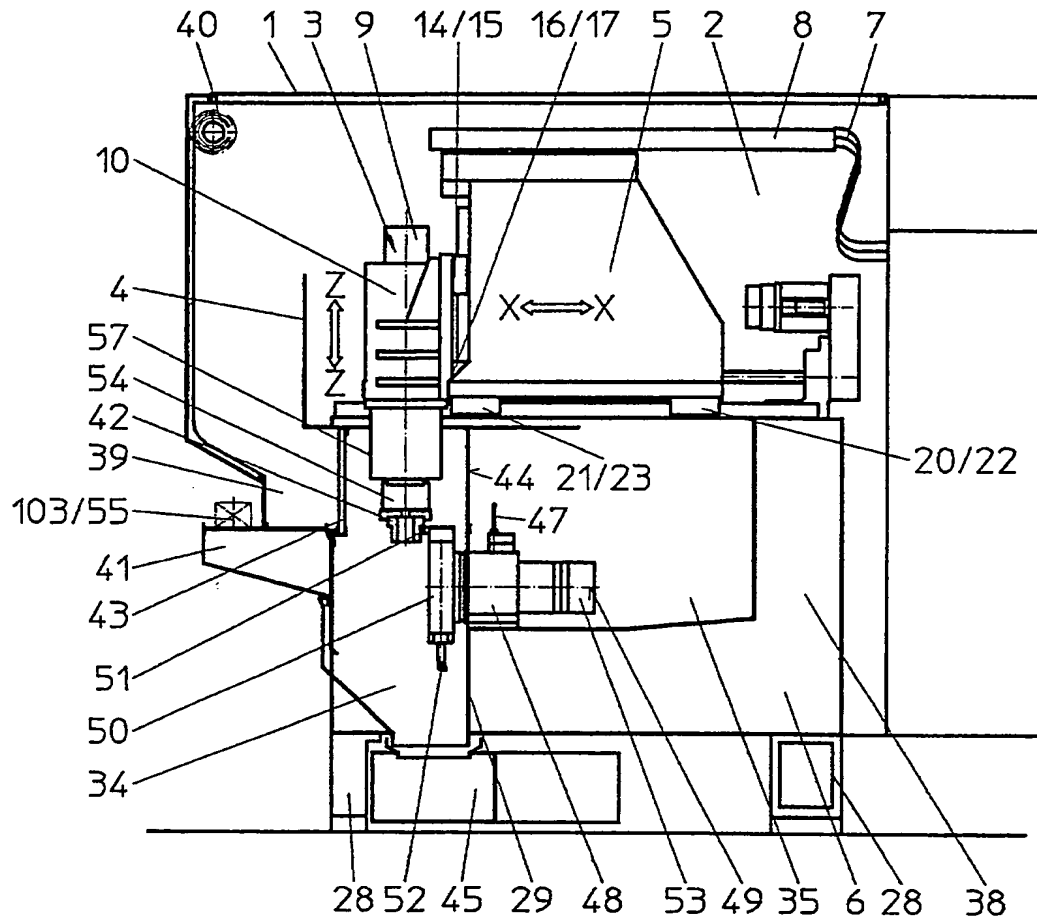


Fig. 8

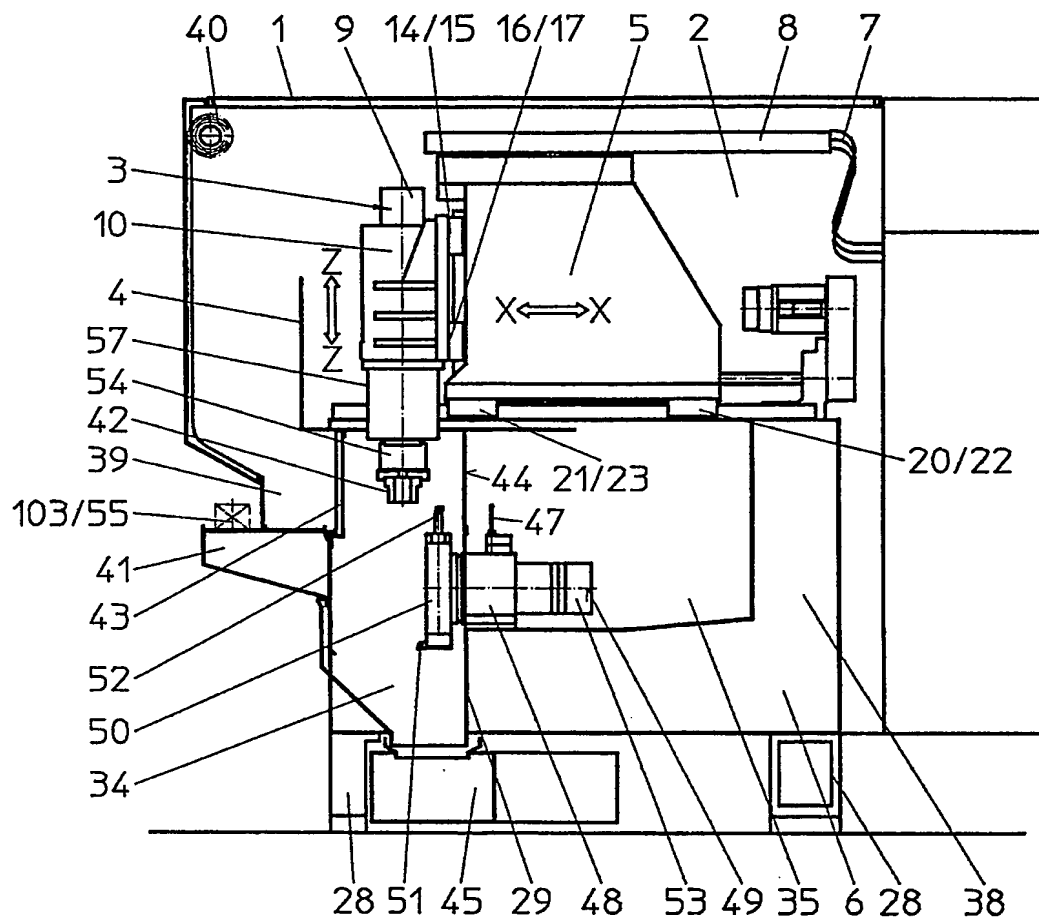


Fig. 9

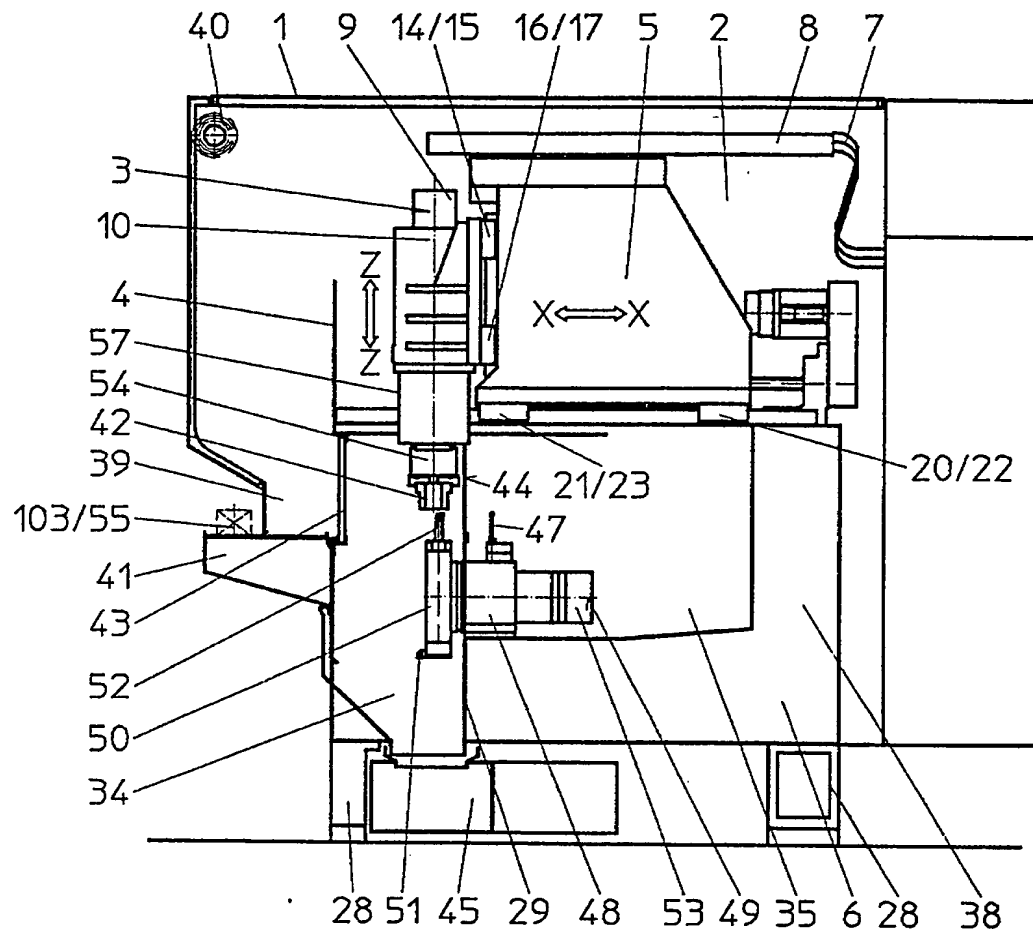


Fig. 10

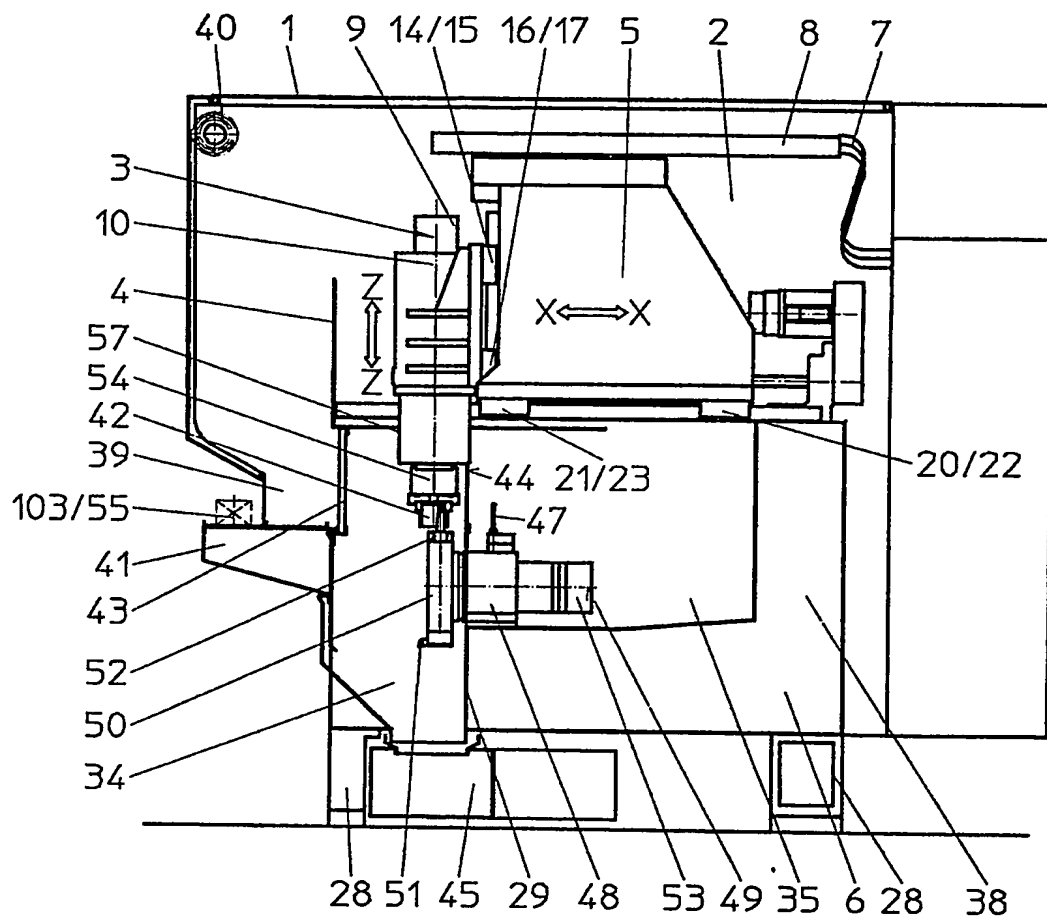


Fig. 11

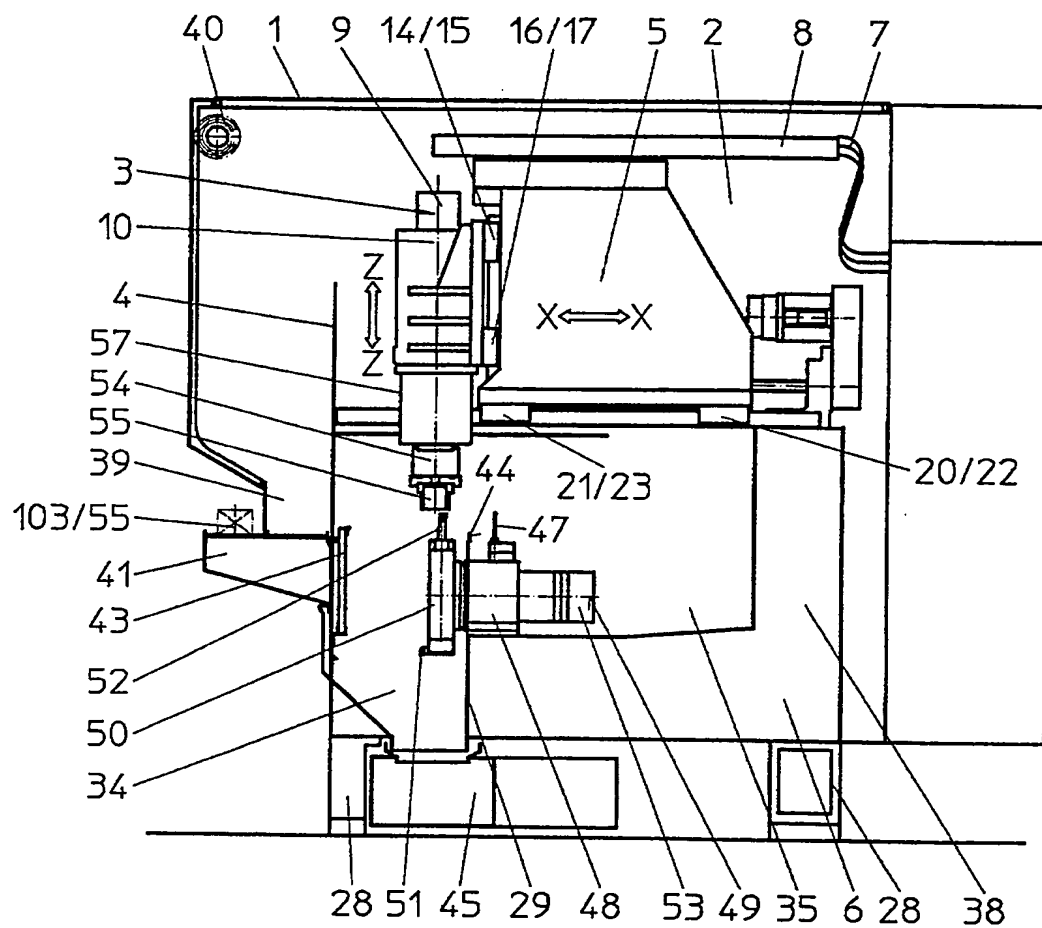


Fig. 12

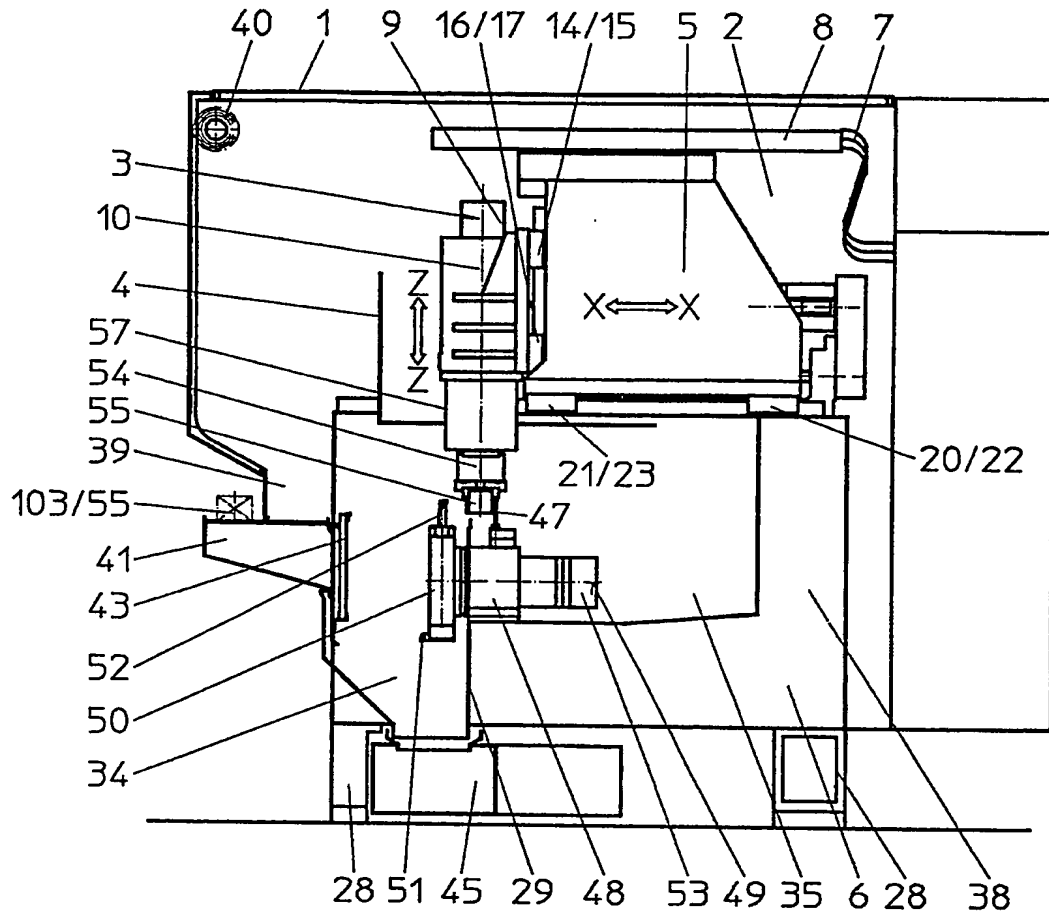


Fig. 13

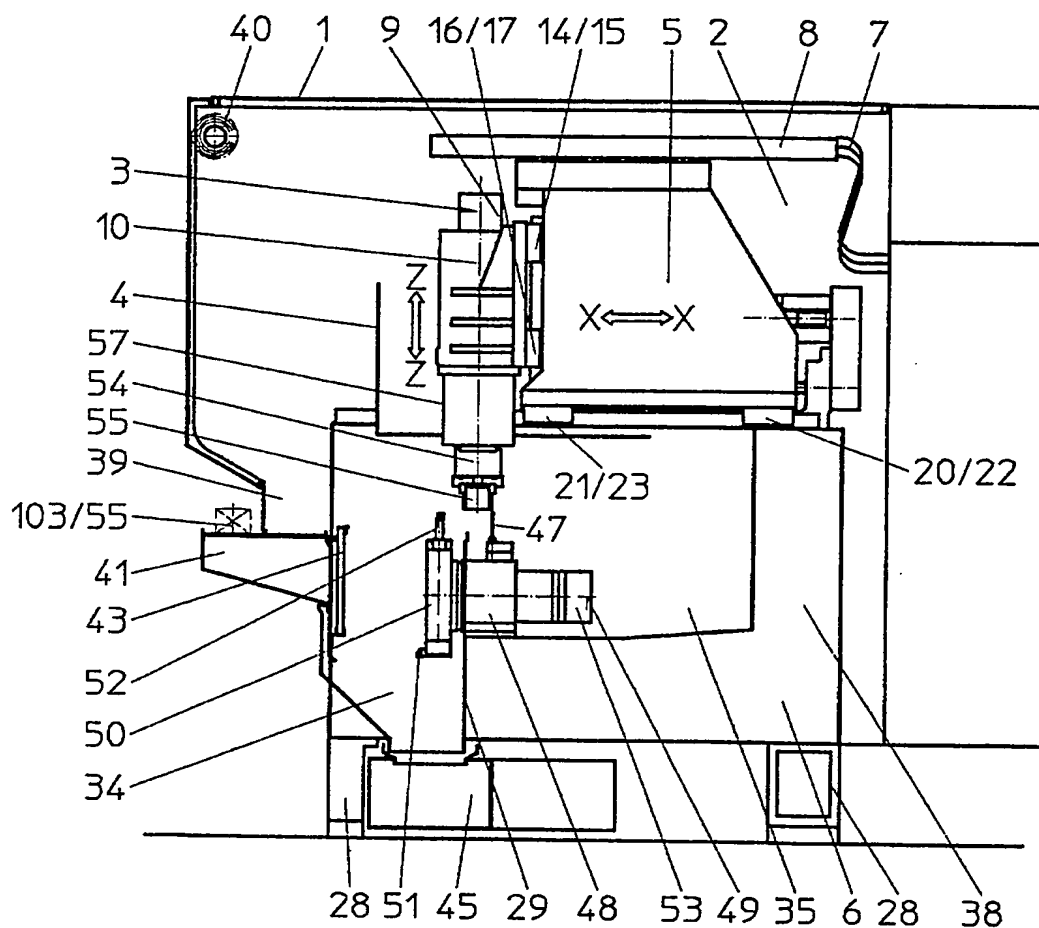


Fig. 14

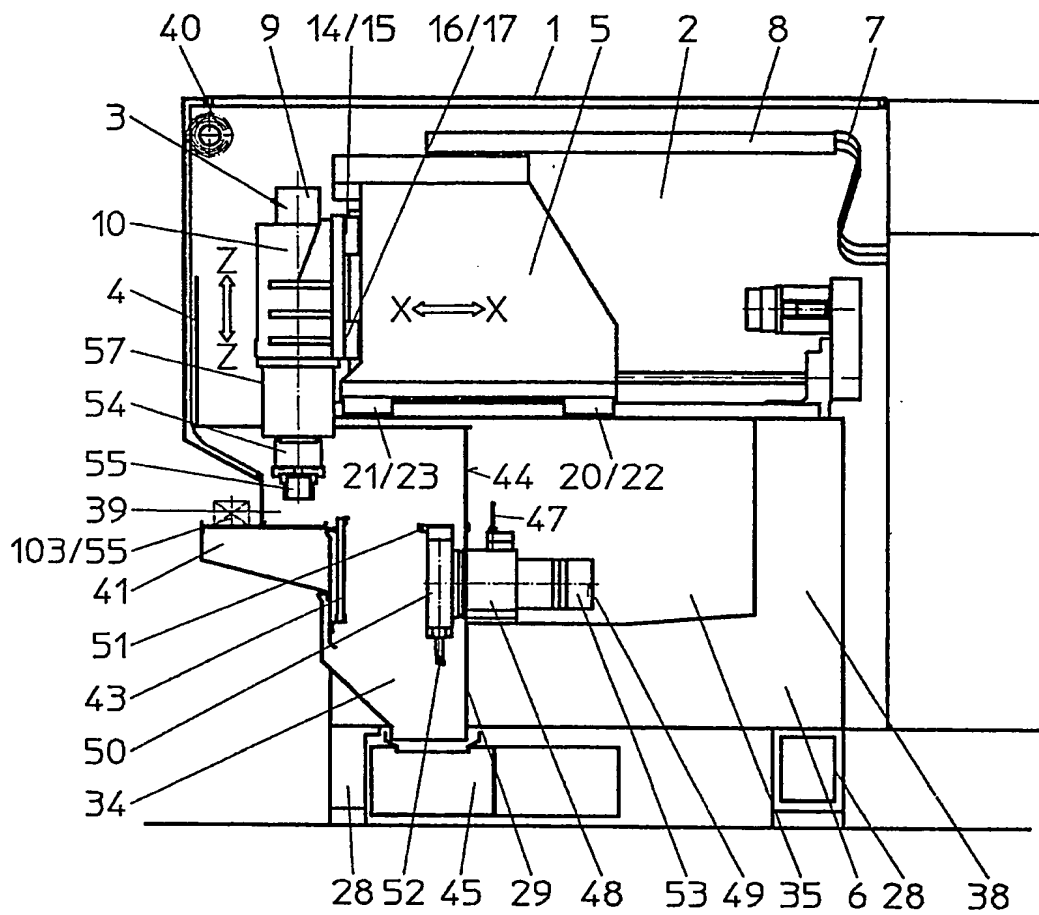


Fig. 15

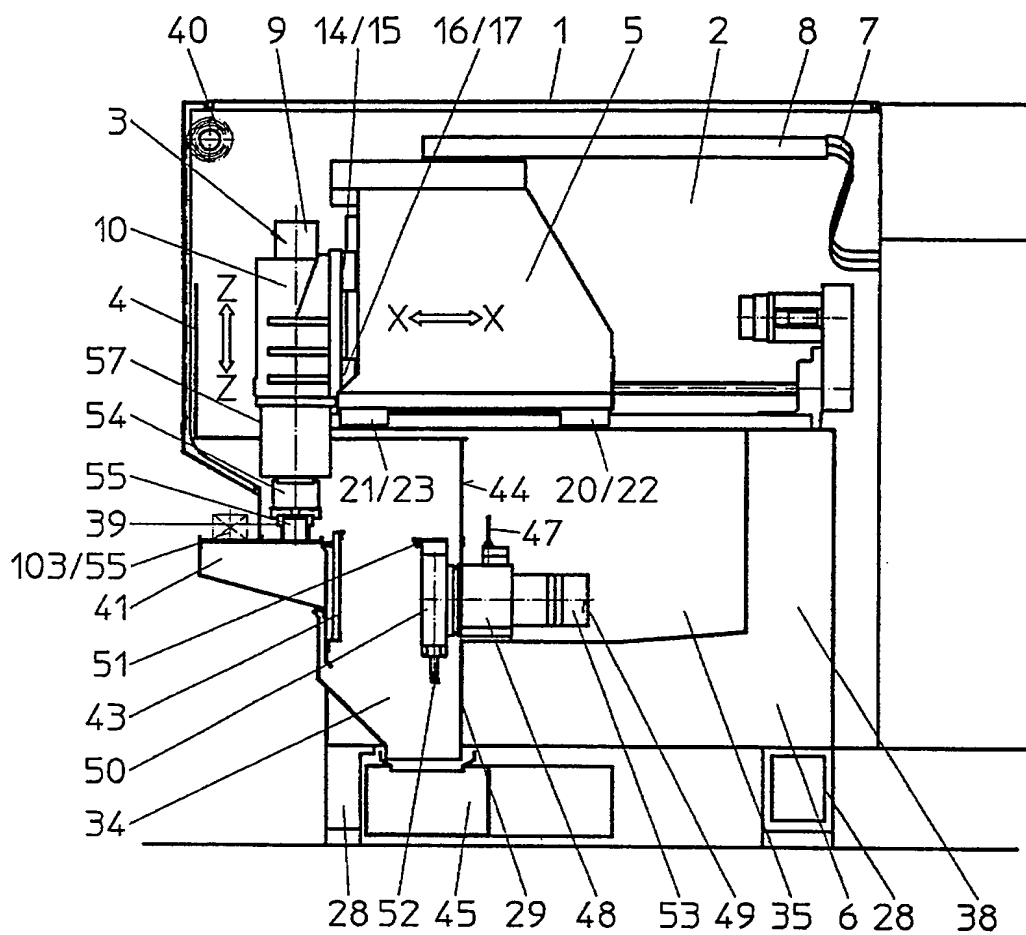


Fig. 16

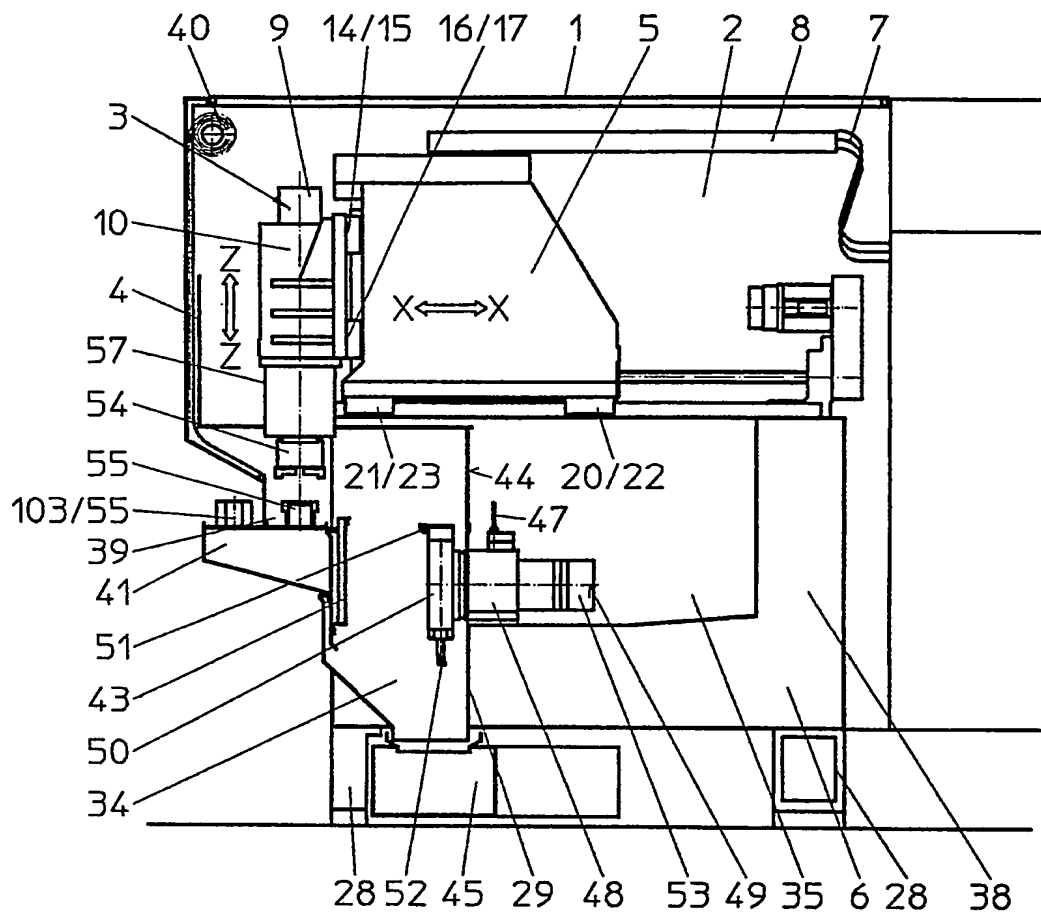
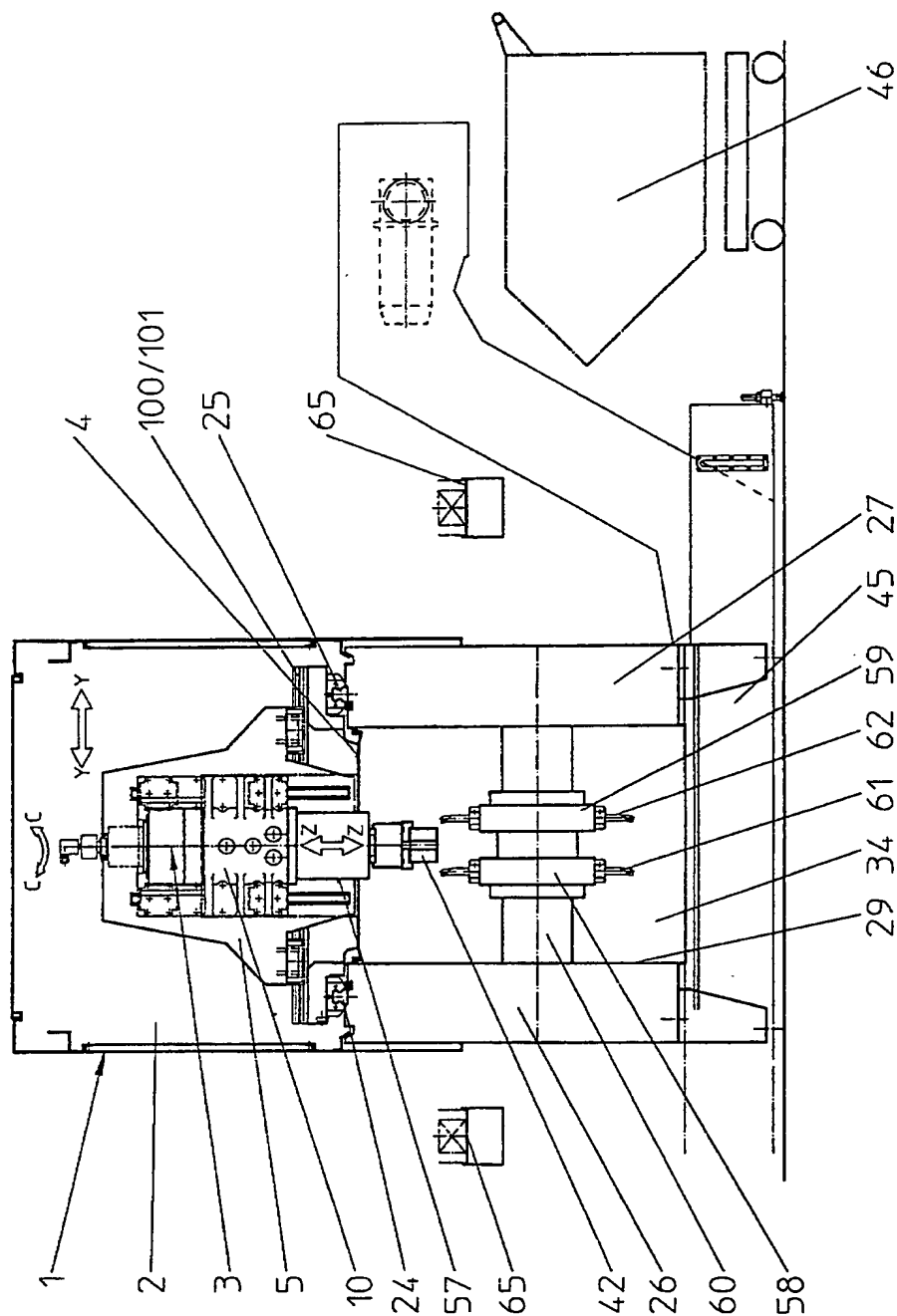


Fig. 17



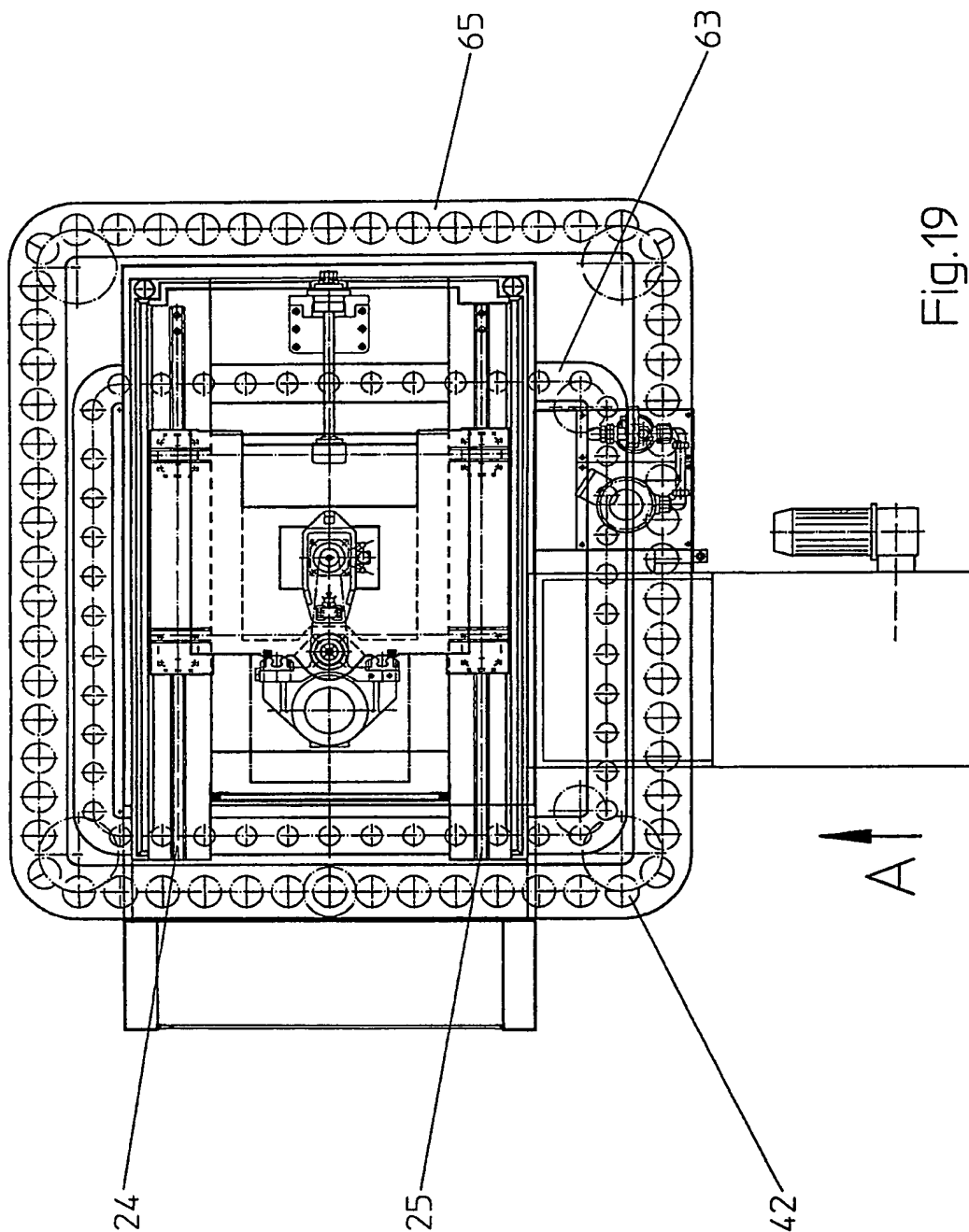


Fig. 19

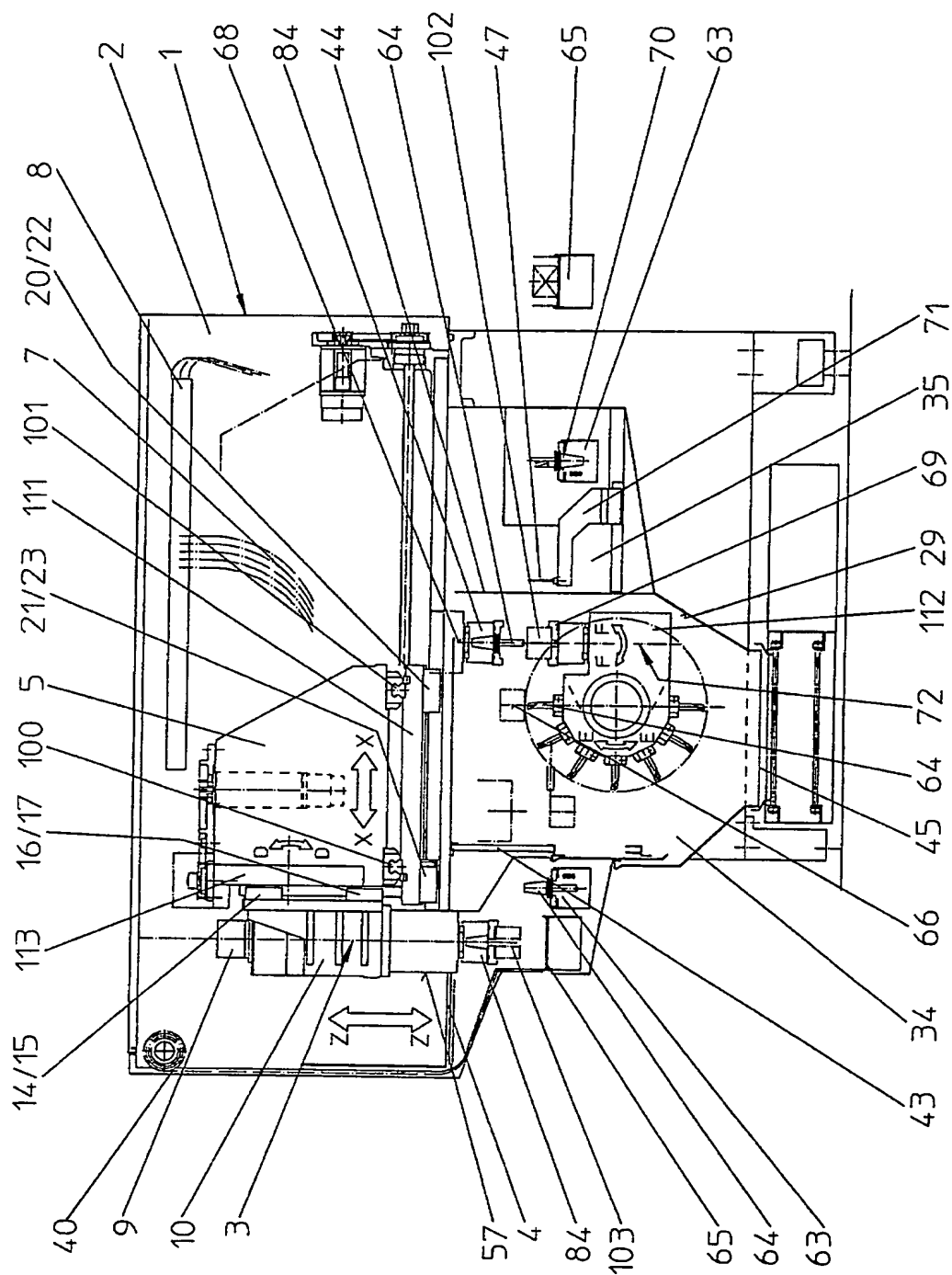


Fig.20

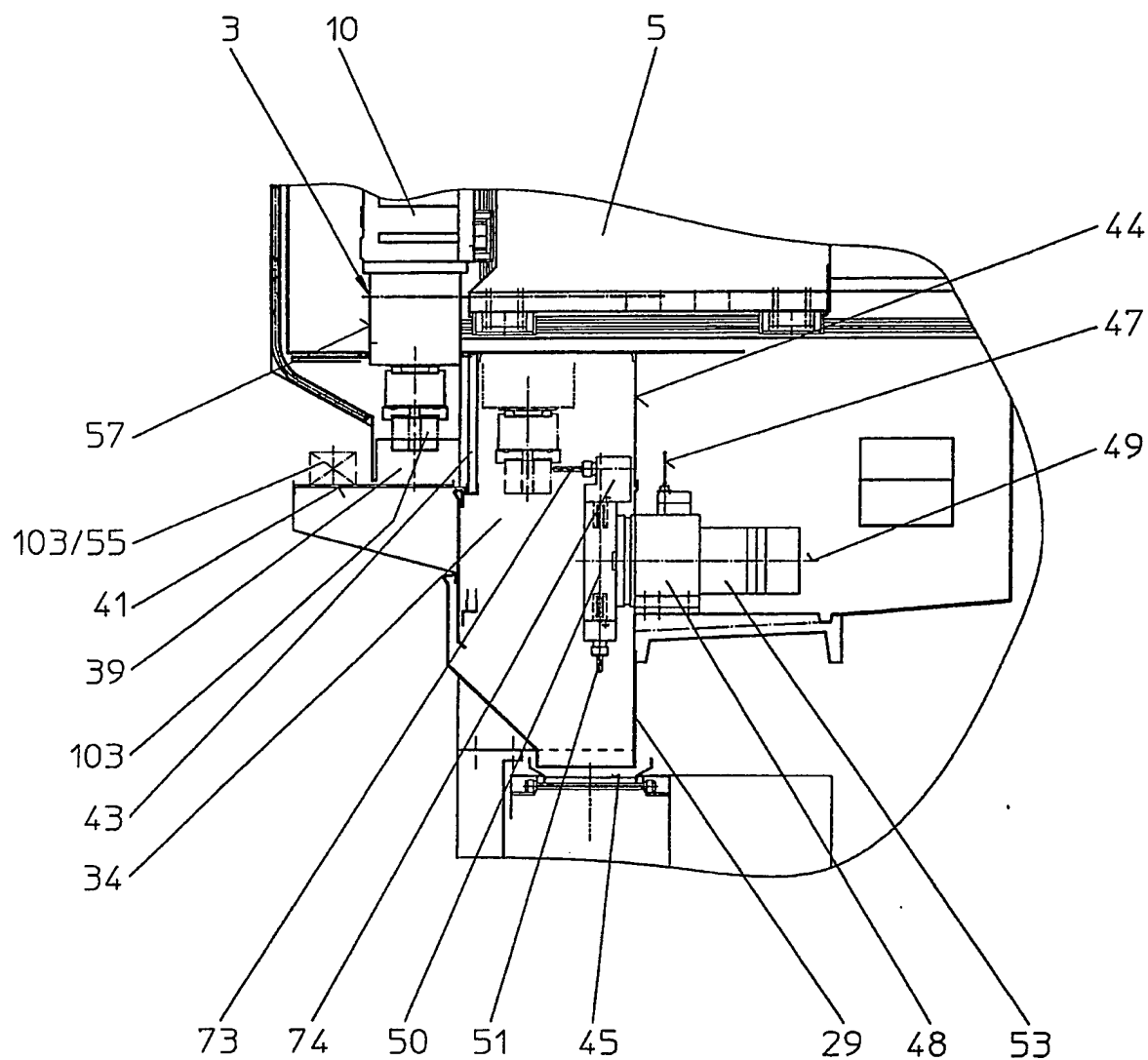


Fig.21

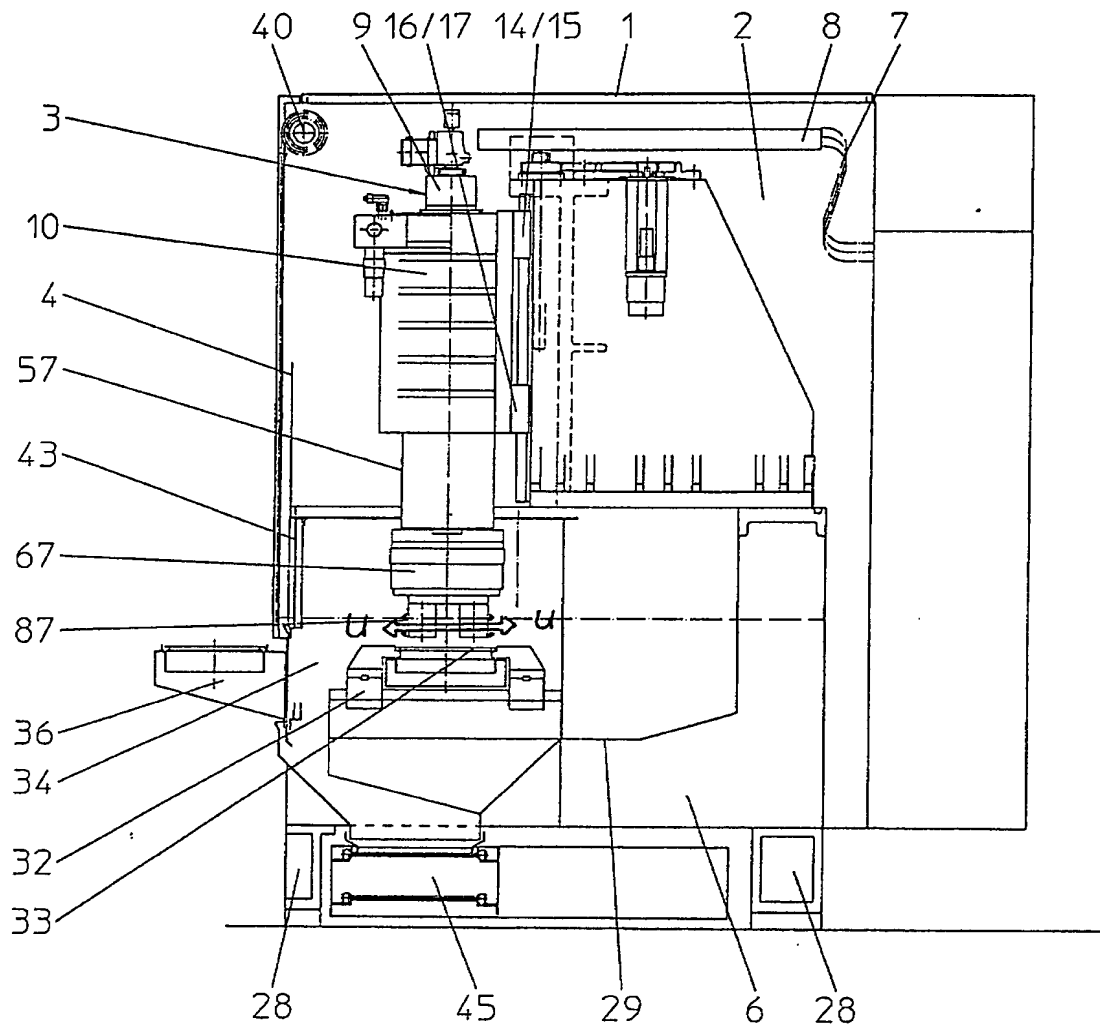
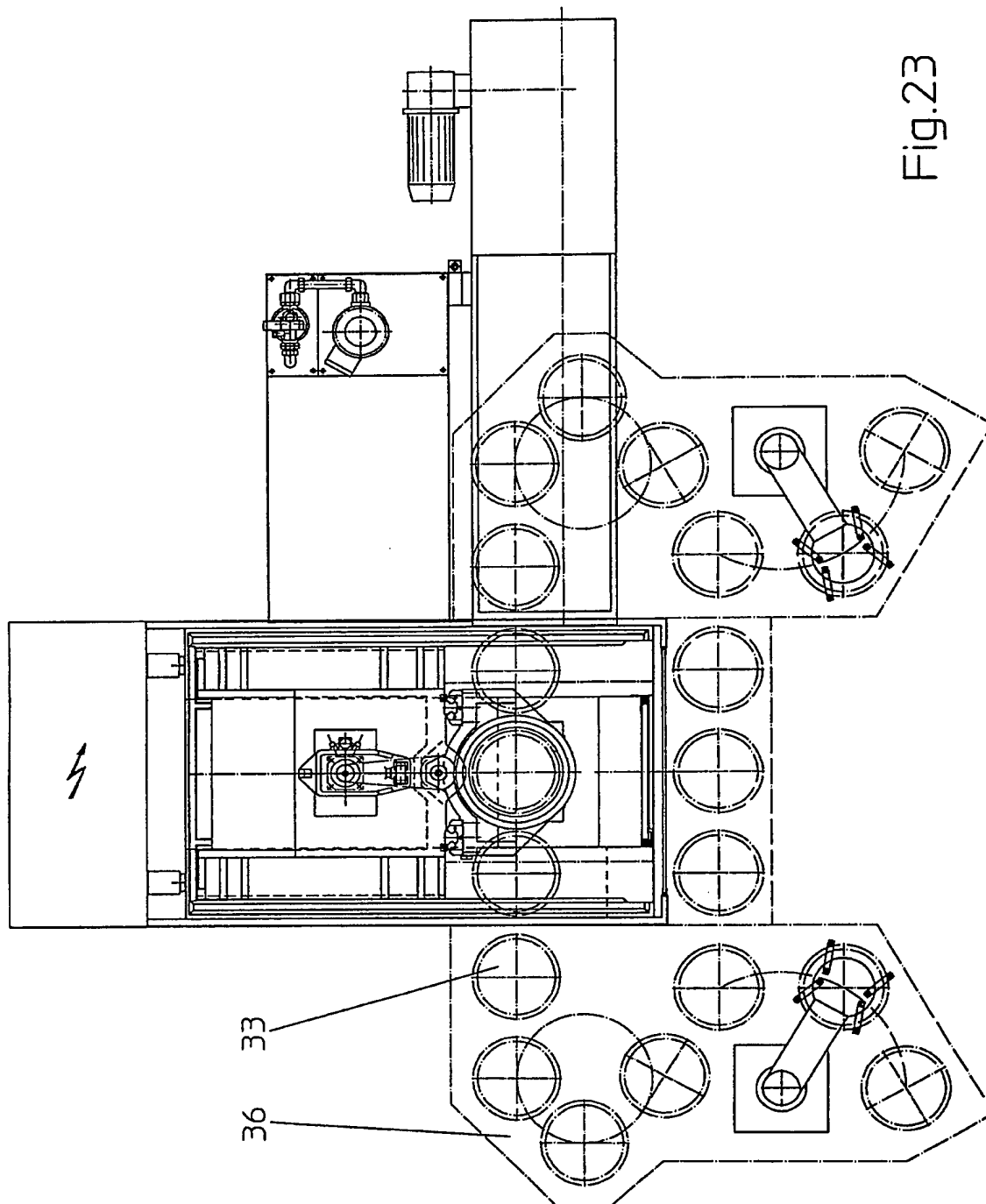


Fig. 22



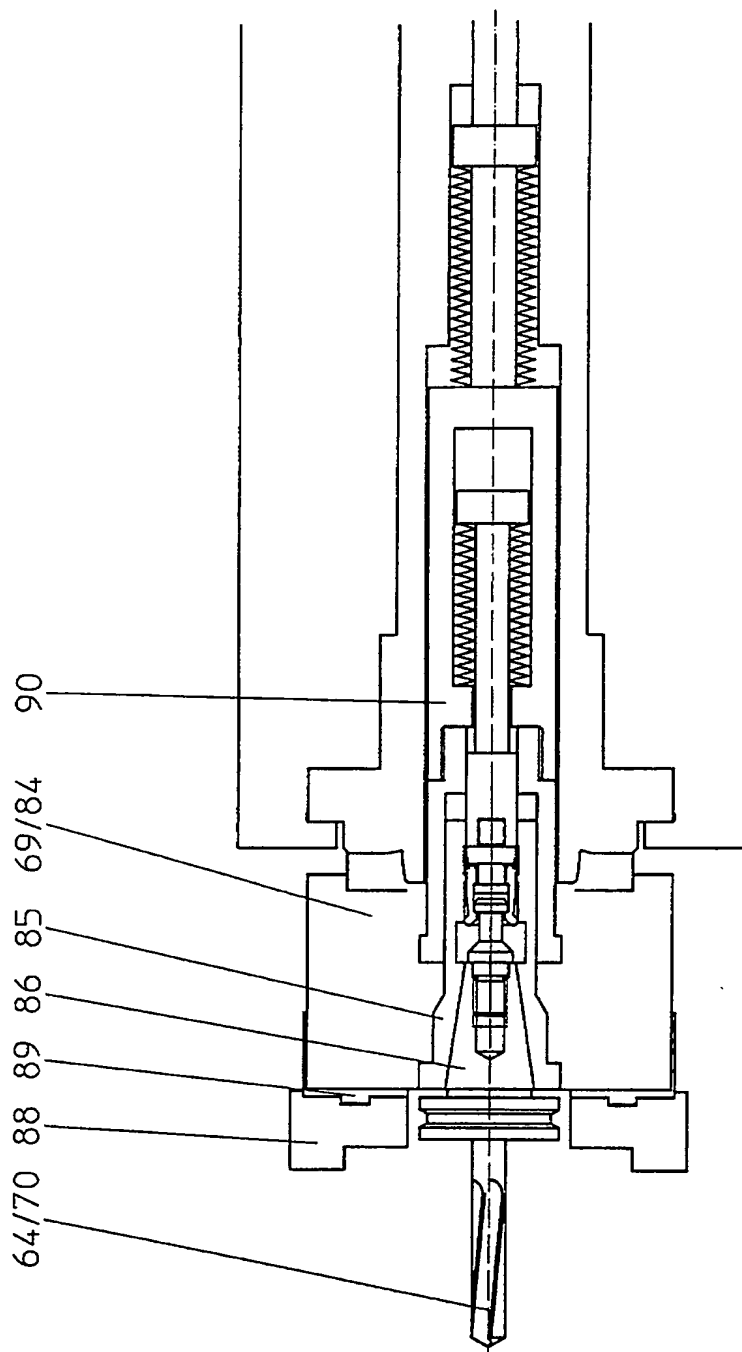


Fig. 24

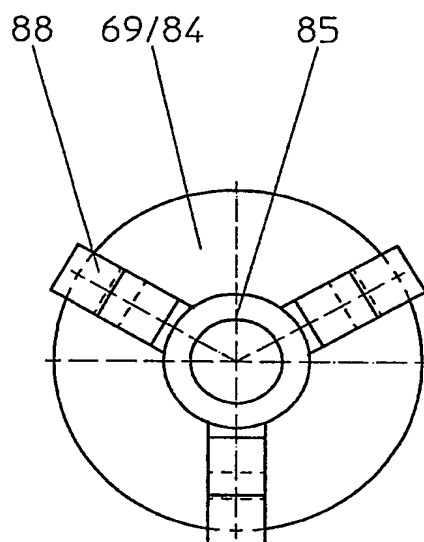


Fig. 25

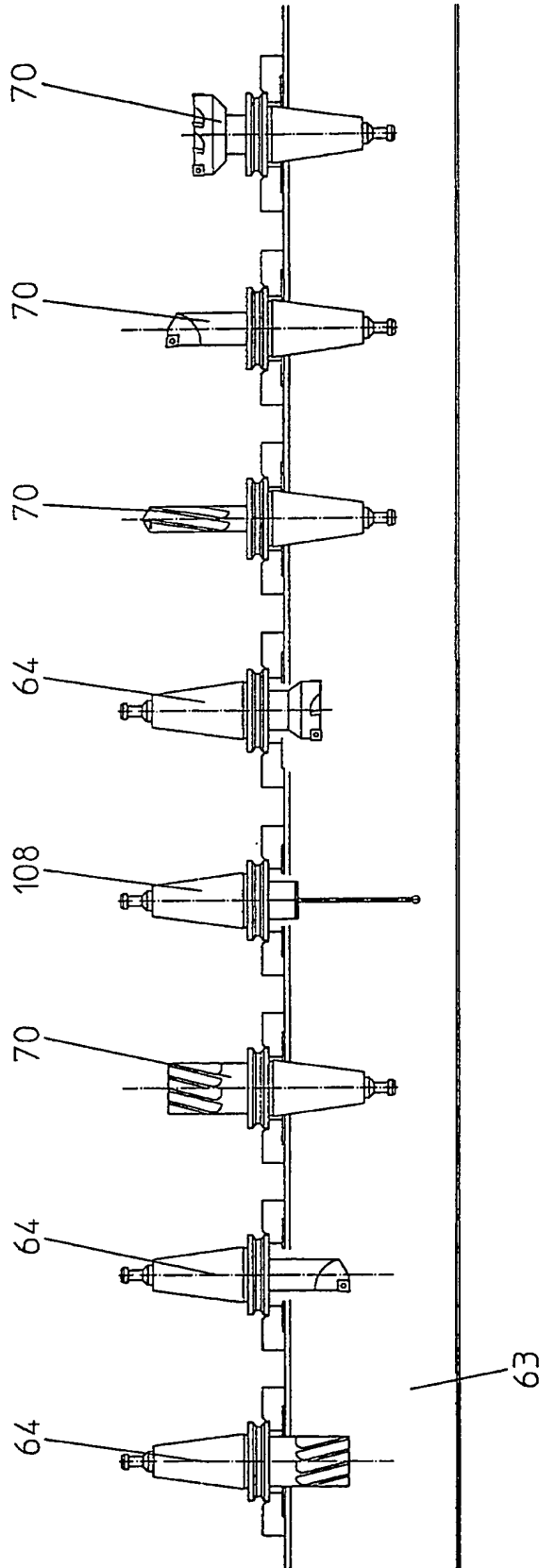


Fig.26

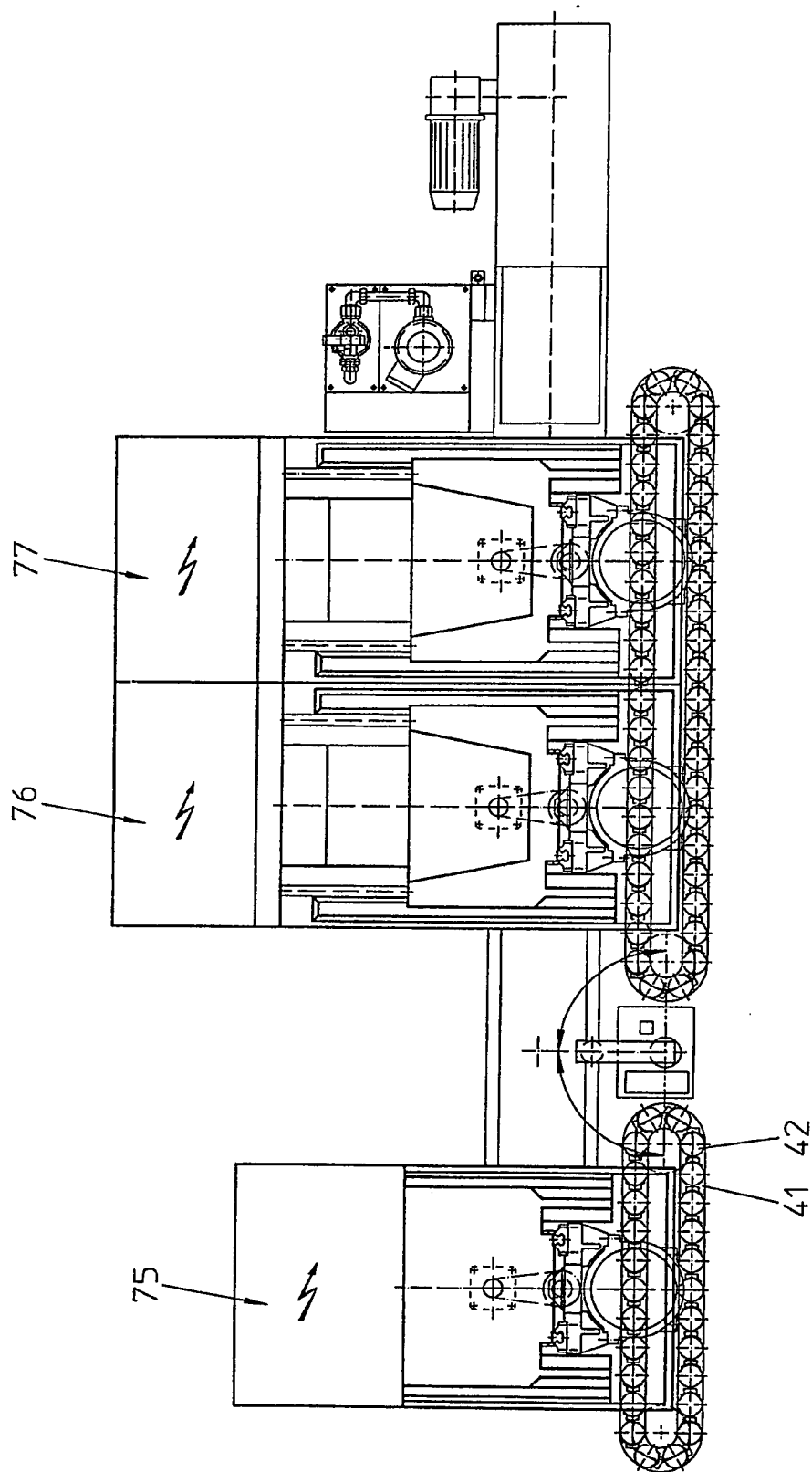


Fig. 27

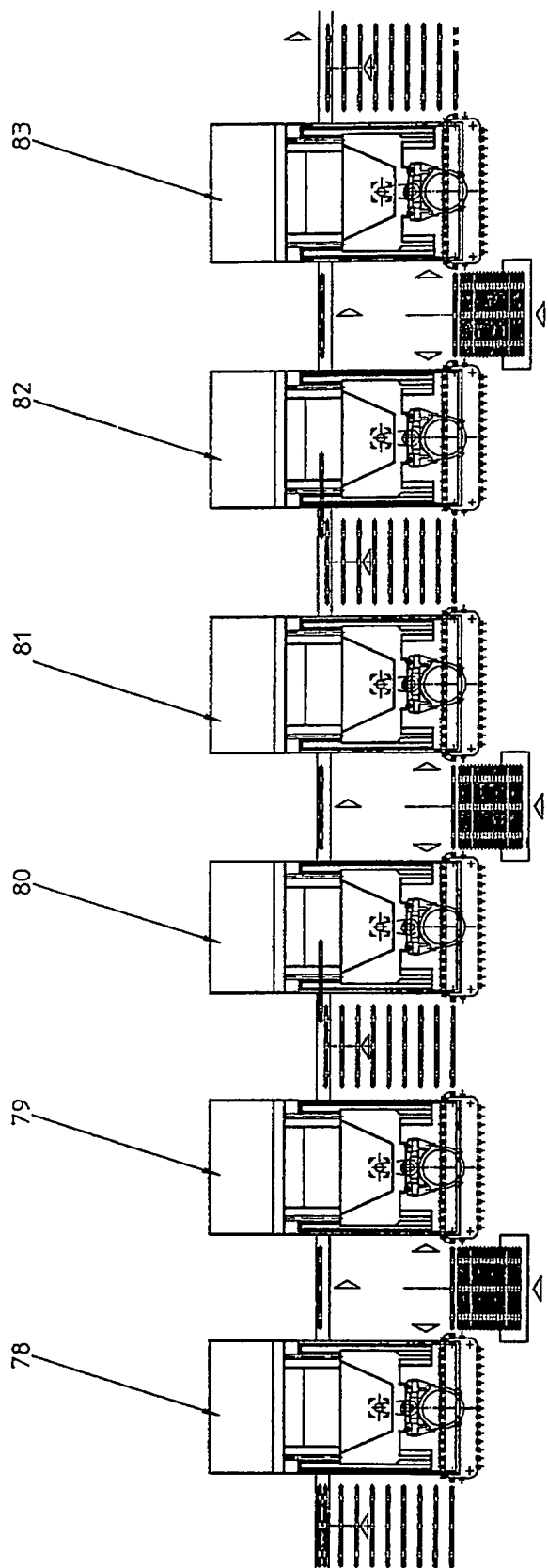


Fig.28